सूचना.

मराठी भाषेंत शास्त्रीय विषयांवर ग्रंथ फार थो-डे, व जे आहेत ते फार महाग. यामुळें त्यांतील विषय उपयुक्त असूनही त्यांचा लोकांस लाभ होत नाहीं. ही अडचण कांहींशी दूर व्हावी व पदार्थविज्ञानशास्त्राची थोडी बहुत तरी लोकांस माहिती व्हावी, या उद्देशानें हें लहानसें पुस्तक तयार केलें आहे. हें पुस्तक पहिल्यानें बोर्ड आफ् इड्युकेशन यांचे हुकुमानें छापिलें. त्याचीच ही दुसरी आवृत्ति मेहरबान डैरेकटर आव् इड्युकेशन यांचे हुकुमावरून छापिली आहे. पहिले आवृत्तींत ज्या चुका आढळल्या त्या व जे फेरफार करावेसे वाटले ते या आवृत्तींत केले आहेत. हा ग्रंथ ज्या उद्देशानें तयार केला आहे तो उद्देश सिद्धीस जाईल अशी ग्रंथ कर्त्यांची आशा आहे.



पदार्थविज्ञानशास्त्र.



हें पुस्तक विद्यार्थ्यांकरितां,

केरो लक्ष्मण छत्रे यांनीं संक्षेपरूपानें केलें,

तें मेहरबान डैरेक्टर आफ पब्लिक इन्स्त्रकशन्

यांच्या हुकुमावरून

पुणे पाठशाळेकडील छापखान्यांत

छापिलें.

आवृत्ति दुसरी

मुक्काम पुणें.



छापणार नारो रामचंद्र ठकार स० छापखाना.

इसवी सन १८५७

शाके १७७९



अनुक्रमणिका.

पदार्थविज्ञान.

अनुक्रमणिका.

अनुक्रमणिका.

पत्रें.

अनुक्रमणिका. पत्रें.

अनुक्रमणिका.

पत्रें.

अनुक्रमणिका.

पत्रें.

अनुक्रमणिका.

अनुक्रमणिका.

पत्रें.

अनुक्रमणिका.

पत्रें.

अनुक्रमणिका.

पत्रें.



सिद्धपदार्थविज्ञानशास्त्र.



या सृष्टींत अनेक जातींचे पदार्थ आहेत, त्यांचे निरनिराळे धर्म, स्थिति, गति, महत्व, अवस्थांतर इत्यादिक ज्या शास्त्रांत सांगितलीं असतात त्यास सृष्टपदार्थपरिज्ञानशास्त्र म्हणावें. हें शास्त्र प्रत्यक्ष दर्शन आणि विचार यांहीं करून सिद्ध झालें आहे.

सृष्टपदार्थपरिज्ञानशास्त्राचे दोन भाग आहेत. सिद्धपदार्थविज्ञानशास्त्र आणि रसायनशास्त्र. ज्यामध्यें पदार्थांच्या गति स्थिति व आकृति यांजविषयीं सांगितलें असतें तें सिद्धपदार्थविज्ञान, आणि ज्यांत पदार्थांचे अतिसूक्ष्म जे घटक अवयव म्हणजे मूलत्यंश यांचे एकमेकांवर व्यापार होऊन जे चमत्कार घडतात ते सांगितले असतात तें रसायनशास्त्र. यांपैकीं पहिल्या भागाचें निरूपण येथें करतों.

तारूं चालविणें, घरबांधणें, पदार्थ एके ठिकाणांतून दुसरे ठिकाणीं नेणें, अनेक मनुष्यांचें काम एका मनुष्याकडून करविणें, लांकडाच्या खुर्च्या, टेवलें, दरवाजे वगैरे करणें, धातूंची भांडीं, शस्त्रें, दागिने वगैरे घडविणें, धोंडा माती इत्यादिकांचे पुतळे ब-

नाविणें इत्यादिक गोष्टी सिद्धपदार्थशास्त्रांत येतात. सारांश, गति, स्थिति, आकृति यांत अनेक तऱ्हांचे फेरफार होतात ते दाखविणें हा या शास्त्राचा मुख्य उद्देश होय.

सिद्धपदार्थविज्ञानशास्त्राचे अनुरोधानें जे पदार्थांचे एकमेकांवर व्यापार होतात त्यांत पदार्थांचे मूळच्या प्रकृतींत किंवा धर्मांत फेर पडत नाहीं. खाणीतून काढलेला धोंडा आणि त्यावर टांकी चालू करून बनाविलेला पुतळा, हे दोन्ही एकच आहेत. मुंबईहून तारूं पनवेलीस नेलें म्हणून तारवांत फेर पडत नाहीं, तारूं तेंच असतें. सोन्याचे अनेक तऱ्हांचे डागिने घडाविले तथापि सोनें दुसरी धातू होत नाहीं. इतकेंच कीं, तें पहिल्यानें ज्या आकृतींत असतें ती आकृति नाहींशी होऊन त्यास दुसरे आकृतींत राहावें लागतें.

रसायन व्यापारांत पदार्थांचे मूळचे धर्म बदलतात. तांबें आणि जस्त यांजपासून पितळ होतें, परंतु तांबें आणि जस्त यांचा धर्म बदलून अगदीं भिन्न तऱ्हेचा पदार्थ पितळ होतो. सोरा गंधक आणि कोळसा यांचें मिश्रणानें दारू होते, परंतु दारू ही जेवढी ज्वाला ग्राही आहे तेवढा तिचे घटक पदा-

र्थांत एकही ज्वालाग्राही पदार्थ नाहीं. अपारदर्शक
असे पदार्थ गार, शेंदूर आणि पापडखार हे आ -
हेत, त्यांपासून पारदर्शक आणि वेगळे तऱ्हेचा पदा-
र्थ उत्पन्न होतो, यास कांच म्हणतात. आतां को -
णास जर कांच दाखविली तर कोणी असें म्हणेल
काय कीं, हिचें आणि गार, शेंदूर किंवा पापडखार
यांचें साम्य आहे ? रसायन संबंधी व्यापार मात्र
पदार्थांचे मूळ धर्मांत फेरफार करीत असतात.

डोंगरांत तांबूस रंगाचे व किटा सारखे
असे जे धोंडे दिसतात त्यांस एका बळकट लांकडा-
चे दांड्यानें मारिलें असतां ते फुटतात. आतां हे
धोंडे कोणा अशिक्षितास दाखविले असतां तें असें
कधीं ही म्हणणार नाहींत, कीं या धोंड्यांत एक अ -
सा कांहीं विलक्षण पदार्थ आहे कीं, ज्याणें आपले
सृष्टींतील जे कठीण पदार्थ त्यांला फोडतां येईल,
घांसतां येईल; तथापि या धोंड्यावर रसायनशास्त्रा-
चा व्यापार चालू झाला म्हणजे त्यापासून लोखंड
आणि पोलाद हीं उत्पन्न होतात. या सृष्टींतील स-
र्व धातूं पैकीं मनुष्याचे वास्तवीक उपयोगासाठीं
लोखंड जेवढें कामास पडतें तेवढी दुसरी कोणती-
ही धातू पडत नाहीं. पाहा, आपली कुऱ्हाड, कानस,

हातांडा, चाकू, तरवार, कोयता, नांगर, पहार इ-त्यादि पदार्थ ज्या धातूचे होतात त्याची बरोबरी दु-सऱ्या कोणत्याही धातूच्यानें करविली असती का-य? घड्याळांतील कमान, जीच्या योगानें अनेक च-क्रें फिरून आपणास कालज्ञान होतें, ही कमान लो-खंडाशिवाय दुसरे धातूची होईल काय?

मनुष्याचे सर्व व्यापारांत पदार्थसंबंधी आ-णि रसायन संबंधी व्यापार घडत असतात, म्हणून त्या शास्त्रांची त्याणें माहीत करून घ्यावी हें त्यास उचित आहे.



सिद्धपदार्थविज्ञान.

भागपहिला.

पदार्थ आणि त्यांचे सांसिद्धिकधर्म.

१ या ब्रम्हांड कटाहांत अनेकपदार्थांचा समावे-श झाला आहे. ज्यास लांबी रुंदी व उंची आहे त्यास पदार्थ असें म्हणावें. मनुष्य विचारदृष्टीनें जर आ-पले सभोवतीं लक्ष देईल, तर यासृष्टींत अनेक प-दार्थ अनेक तऱ्हांनी वसत आहेत असें त्याचे नज-रेस येईल. पदार्थांचें ज्ञान इंद्रियांचा योगानें होतें. परंतु सर्वपदार्थ सर्वइंद्रियगोचर नाहींत. सूर्य, चं-द्र तारा वगैरे पदार्थांचें ज्ञान डोळ्यांचे योगानेंमात्र होतें; खुर्ची, टेबल, दरवाजा यांचें ज्ञान डोळ्यांनीं होतें आणखी स्पर्शानेंही होतें, वायूचें ज्ञान जर डो-ळ्यांनीं होत नाहीं, तर स्पर्शानें होतें, सारांश, पंचेंद्रि-यांतून कोणत्याही इंद्रियाचे योगानें ज्ञान झालें म्ह-णजे तो पदार्थ. ज्याचें ज्ञान एकाही इंद्रियास होत नाहीं. तो पदार्थच नव्हे.

२ या सृष्टींत पदार्थ तीनरूपांनीं राहातात. म्ह-णजे अप्रवाही. प्रवाही, आणि वायुरूपी.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

उदाहरण. लांकूड, धोंडा, माती वगैरे पदार्थ अप्रवाही, कारण त्यांचा प्रवाह होत नाहीं. पाणी, तेल, पारा, वगैरे पदार्थ प्रवाही, कारण, त्यांचा प्रवाह होतो, आणि वायु; आक्सिजन्, हैड्रोजन, वगैरे पदार्थ वायुरूपी; कारण, ते वायूप्रमाणें अदृश्य आहेत.

कितीएक पदार्थ, एकसमयावच्छेदें करून तीनही रूपांत सांपडतात. उदाहरण, पाणी याचीं रूपें, बर्फ, पाणी, आणि वाफ हीं तीन आहेत. साधारण सर्व अप्रवाही धातू उष्णतेच्चे योगानें प्रवाही होतात. पारा हा प्रवाही धातू असतां थंडीच्या योगानें अप्रवाही होतो आणि उष्णतेचे योगानें वाफरूपी होतो.

२. या सृष्टींतील निरनिराळे पदार्थांत निरनिराळे धर्म आहेत, परंतु त्या सर्वधर्मांतून कितीएक धर्म असे आहेत कीं, ते सर्वपदार्थांस एकसारखे लागू आहेत, त्यांशिवाय पदार्थच नाहीं. या धर्मांस **सांसिद्धिकधर्म** असें म्हणतात, कारण ते धर्म पदार्थांबरोबरच्च सिद्ध झाले आहेत असें वाटतें.

उदाहरण; दूध हा पदार्थ प्रवाही, जड, आणि पांढरा

आहे. धोंडा हा पदार्थ अप्रवाही, जड, आणि काळा असा आहे यास्तव जडपणा हा धर्म मात्र दोघांस साधारण लागू आहे. त्याच प्रमाणें जे धर्म सृष्टींतील सर्वपदार्थांस साधारण आहेत त्यांस एकविशेष नांव **सांसिद्धिक धर्म** असें दिलें आहे.

४ पदार्थांचे सांसिद्धिकधर्म हे आहेत. निर्भेद्यता, परिमेयता, आकृति, विभाज्यत्व, सच्छिद्रत्व आणि जडत्व.

५ ज्या धर्माचे योगानें पदार्थ अवकाशांतील कांहीं जागा व्यापून, त्या जागेंत आपण आहेत तेथपर्यंत दुसऱ्या पदार्थास शिरूं देत नाहींत, त्या धर्मास **निर्भेद्यता** असें म्हणतात.

उदाहरण. जर एकादें लांकूड अथवा धातू याणीं कांहीं जागा व्यापिलेली आहे, तर त्यांस त्या जागेंतून काढून दुसरेकडे केल्याशिवाय त्या ठिकाणीं दुसरा पदार्थ ठेवतां येत नाहीं.

प्रवाही आणि वायुरूपी पदार्थ यांतही हा धर्म अनुभवास येतो. उदाहरण, एक पाण्यानें भरलेल्या तांब्यांत जर एखादा पदार्थ टाकिला, तर त्या पदार्था इतकें पाणी बाहेर पडतें. आतां जर हें पाणी बाहेर आलें नसतें तर त्या

सिद्धपदार्थविज्ञान.

पदार्थाच्यानें तांब्यांत न जाववतें. त्याच प्रमाणें रिकामा तांब्या उपडा पाण्यांत बुडविला असतां त्यांत पाणी शिरत नाहीं. कारण, त्यांत जी हवा आहे ती आपले निर्भेद्यतेचे धर्मा प्रमाणें आपणास बाहेर जाण्यास वाट मिळाल्याशिवाय आपले ठिकाणीं पाण्यास येऊं देत नाहीं.

६ पदार्थ म्हटला म्हणजे अवकाशांतील कांहीं जागा व्यापितो, तेव्हां त्यास कांहीं तरी परिमाण येतें. परिमाण धरण्याचा जो धर्म त्यास परिमेयता असें म्हणतात.

परिमाणें तीन प्रकारचीं. लांबी, रुंदी आणि उंची. पदार्थ म्हटला म्हणजे त्यास हीं तीनही आहेत.

अंतर लांबमात्र असतें. अंतरास रुंदी अथवा उंची नाहीं. क्षेत्र लांब व रुंद असतें, परंतु त्यास जाडी म्हणजे उंची नाहीं. परंतु पदार्थ लांबही असतो, रुंदही असतो आणि उंचही असतो. पाटाची लांबी रुंदी उंची, उद्रबनीचे लांबी रुंदी उंचीपेक्षां निराळी असते, परंतु या दोहोंसही लांबी रुंदी उंची आहे.

७ पदार्थास कांहीं तरी लांबी रुंदी उंची असती म्हणून त्यास कोणत्या तरी आकृतीनें राहिलें

पाहिजे. तेव्हां सर्व पदार्थांस **आकृति** आहे.

दृश्यपदार्थांच्या आकृति दृश्य असतात, आणि अदृश्य पदार्थांच्या आकृति अदृश्य असतात. उदाहरण, धोंडा, घर, पाणी, यांची आकृति नजरेस येते, परंतु हवा अदृश्य आहे यास्तव हिची आकृति नजरेस येत नाहीं, तथापि ती हवा निराकार असें म्हणवत नाहीं.

८ ज्या धर्माचे योगानें पदार्थाचे हवे तितके भाग करितां येतात त्यास **विभाज्यत्व** असें म्हणतात. हे भाग कोठपर्यंत करववतील याचा अंत नाहीं.

पदार्थ हा जेव्हां अगणित प्रकृत्यंश मिळून झाला आहे, तेव्हां त्याचे किती भाग असतील याची गणति करितां येत नाहीं, परंतु दोन, चार, इत्यादि भाग करतां करतां प्रकृत्यंश निरनिराळे होत तेथपर्यंत तर करावयास चिंता नाहीं. आतां प्रकृत्यंश इतके सूक्ष्म मानलेले आहेत कीं, त्यांचा लघुपणा अनुमाना बाहेर जातो. तेव्हां प्रकृत्यंश निरनिराळे होत तेथपर्यंतच अगणित भाग होतील. आतां प्रकृत्यंश स्वतां अविभाज्य आहेत असें जरी मानलें तरी वरचे नियमास बाध येत नाहीं. कारण, स्वतां प्रकृत्यंश अविभाज्य किंवा वि-

सिद्धपदार्थविज्ञान.

भाज्य आहेत, हें तरी कोणी पाहिलें आहे. तेव्हां प्रकृत्यंश निरनिराळे होत तेथपर्यंत तर हा धर्म खरा आहे.

१ ज्या धर्माचे योगानें पदार्थास आपले स्थितींत नेहमी राहणवतें आणि बाहेरील प्रेरणेशिवाय ती स्थिति बदलतां येत नाहीं, त्या धर्मास **जडत्व** असें म्हणतात. मग ही स्थिति अथवा अवस्था चलनावस्था असो किंवा स्थिरावस्था असो.

हें उघड आहे कीं, एखादा पदार्थ, जसा एखादा घोंडा, हा स्थिर असतां त्यावर बाहेरून व्यापार झाल्याशिवाय, स्वतां चलून पावूं शकत नाहीं.

परंतु पदार्थास चलन दिल्यानें त्यावर जें हवेचें किंवा दुसऱ्या पदार्थाचें घर्षण होतें त्यामुळें तें चलन कांहीं वेळानें नष्ट होऊन पदार्थ चलनावस्था सोडून स्थिरावस्था धरितो. परंतु हें घर्षण जसजसें कमती होतें तसतसा त्या पदार्थास स्थिर अवस्थेंत येण्यास फार वेळ लागतो, यावरून असें अनुमान होतें कीं, पदार्थाचे चलनास जर प्रतिबंध झाला नाहीं, तर तो पदार्थ आपली चलनावस्था कधींही सोडणार नाहीं. उदाहरण, ग्रह वगैरे यांचीं भ्रमणें नियमित काळांत नियमित प्रमाणांनीं चाललीं आहेत, यास आजवर कधींही भंग

पदार्थ आणि त्यांचे सांसिद्धिक धर्म.

आला नाहीं आणि कधींही पुढें येणार नाहीं.

१० सर्व पदार्थ सछिद्र आहेत. कित्येक पदार्थांची सछिद्रता लौकर लक्षांत येते, कित्येकाची येत नाहीं.

मनुष्याचे अंगांतून घाम येतो तेव्हां तें सछिद्र आहे हें उघड आहे. थोडासा विचार केला असतां कोळसा, लांकूड, धोंडा हे पदार्थ सछिद्र आहेत. असेंही लक्षांत येईल, आतां धातूंचा सछिद्रपणा लौकर लक्षांत येत नाहीं खरा परंतु त्यांचे पोकळ गोळे करून ते पाण्यानें भरून जर जोराने दाबले तर आंतील पाणी बाहेर पडतें हें अनुभवानें समजलें आहे, तेव्हां धातूही सछिद्र आहेत.

११ ज्या धर्माचे योगानें पदार्थ एकमेकांस आपआपणाकडे ओढूं पाहत असतात, त्या धर्मास आकर्षकत्व असें म्हणतात.

आकर्षणाचे मुख्य प्रकार तीन आहेत. स्नेहाकर्षण, गुरुत्वाकर्षण आणि रसायनाकर्षण.

१२ ज्या आकर्षणाचे योगानें प्रकृत्यंश एकमेकांजवळ चिकटून राहून पदार्थ जमतो त्यास स्नेहाकर्षण असें म्हणतात. या धर्माचे योगानें पदा-

सिद्धपदार्थविज्ञान.

र्थ आपली आकृति राखून आपला चूर होऊं देत नाहीं.

पदार्थांचे प्रकृत्यंशांमधील अंतर फार सूक्ष्म असलें म्हणजे स्नेहाकर्षणाचा व्यापार चालू होतो.

जर दोन शिशाच्या गोळ्या एके बाजूस चांगल्या गुळगुळीत घांसून एकमेकींवर चेपल्या, तर त्या एकमेकींस इतक्या चिकटतात कीं, त्यांस निराळे करण्यास पुष्कळ जोर लागतो.

पाण्याच्या दोन कण्या जर एकमेकीं जवळ आणल्या, तर त्या एकमेकींकडे धांवून मिसळून त्यांपासून एक मोठी कणी होते.

दोन गुळगुळीत आरशाचीं भिंगें जर एकमेकांवर ठेवलीं, तर तीं एकमेकांस घट्ट धरितात, आणि त्यांस सोडवावयास बराच जोर लागतो.

१२ केशाकर्षण हें स्नेहाकर्षणाचाच एक प्रकार आहे. या आकर्षणाचे योगानें सच्छिद्र पदार्थांचे रंध्रांतून पातळ पदार्थ आकर्षिले जातात.

एक ओलें धोतर चांगलें पिळून त्याचें एक टोंक जर पाण्यांत बुडविलें तर त्यावाटे पाणी वर येऊं लागतें.

पदार्थ आणि त्यांचे सांसिद्धिक धर्म

जर दोन कांचा घेऊन त्यांचीं कोणतींही दोन टोकें एकमेकांशीं मिळवून दुसरे टोकांमध्यें कांहीं अंतर ठेवून पाण्यांत बुडविल्या तर त्यांचे आंतील पाणी वर चढून उचललेलें पाणी एका चमत्कारिक आकृतीनें राहतें.

समई मधलें तेल केशाकर्षणाचे योगानें वातीवरून जाऊन दिव्याचे ज्योतीस लागतें, आणि दिव्यास जोर येतो.

१४ पदार्थांचे प्रकृत्यंशांमध्यें स्नेहाकर्षण अधिक किंवा कमी असल्यामुळें कितीएक पदार्थ कठीण, कितीएक मऊ, कितीएक अप्रवाही, कितीएक प्रवाही, आहेत असें वाटतें.

स्नेहाकर्षणाचे योगानें पदार्थांचे निरनिराळे प्रकृत्यंश एके ठिकाणीं धरले गेले आहेत. म्हणून जेव्हां आपण त्या पदार्थास फोडितों तेव्हां स्नेहाकर्षणाचा व्यापार आपण नाहींसा करतों. या कारणास्तव दोन पदार्थ एके ठिकाणीं जडविणें झाल्यास सरस, डींक, डांक वगैरे यांची गरज लागते.

स्नेहाकर्षण आणि उष्णता यांचा व्यापार एकमेकांचे विरुद्ध आहे

सिद्धपदार्थविज्ञान.

त्याचें स्नेहाकर्षण फार कमी होऊन, त्याचें पाणी होतें आणि या पाण्यांत आणखी उष्णता घातली असतां स्नेहाकर्षण अगदीं नाहींसें होऊन, त्या पदार्थावर उष्णतेचा इतका अम्मल बसतो कीं, त्याचे प्रकृत्यंश आतां एकमेकास लोटूं लागतात. पदार्थास अशी अवस्था प्राप्त झाली म्हणजे त्यास वायुरूपी असें म्हणतात.

प्रवाही, अप्रवाही किंवा वायुरूपी या सर्वपदार्थांस उष्णता प्रसृत करिते, आणि ती गेली म्हणजे ते सर्व आकुंचन पावतात, तेव्हां उष्णतेचा व्यापार स्नेहाकर्षणाचा नेहमी उलट आहे हें सहज लक्षांत येईल.

प्रकृत्यंशांची कांहीं तऱ्हेची रचना ही स्नेहाकर्षणास विरुद्ध होते. लांकूड जसें उभें चिरतां येतें तसें आडवें येत नाहीं

यावरील गोष्टीवर विचार केला म्हणजे कितीएक पदार्थ कठीण, कितीएक ठिसूळ कितीएक मऊ, कितीएक प्रवाही, कितीएक वायुरूपी असे कां आहेत हे सहज लक्षांत येईल.

स्नेहाकर्षणाचा एक असा विलक्षण व्यापार आहे की तो चालू झाला म्हणजे सपाट बाजू, सरळ कडणी आणि नि

पदार्थ आणि त्याचे सांसिद्धिकधर्म.

यमित कोन असे तऱ्हेचा त्यापासून पदार्थ उत्पन्न होतो. या पदार्थास क्रिस्टल्स (स्फटिक) असें म्हणतात, खडीसाकर, सोऱ्याच्या कांड्या वगैरे याचीं उदाहरणें आहेत.

१५ ज्या आकर्षणाचे योगानें अंतरावरचे पदार्थ एकमेकांस ओढीत असतात त्यास गुरुत्वाकर्षण असें म्हणतात.

पृथ्वीवरील सर्वपदार्थ पृथ्वीमध्याकडे जाण्यास ज्या धर्माचे योगानें ओढले जात असतात त्यास गुरुत्वाकर्षण म्हणतात. आपण एक धोंडा अथवा दुसरा पदार्थ वर उडविला तर गुरुत्वाकर्षणाचे योगानें पृथ्वीकडे अटकाव होईपर्यंत खालीं जात असतो.

एखादे उंच डोंगराचे बाजूस एक ओळंबा टांगला असतां बरोबर लंब राहत नाहीं. परंतु थोडासा डोंगराकडे कलतो. याचें कारण असें आहे कीं, आपले आकर्षणाचे योगानें डोंगर त्या धोंड्यास आपणाकडे आढितो.

निरनिराळे ग्रह ज्या धर्माचे योगानें वर्तुळ गतीत सूर्याभोंवती फिरतात त्यास सूर्याचें गुरुत्वाकर्षण म्हणतात. हें आकर्षण नसतें तर सर्वग्रह सरळगतीनें

सिद्धपदार्थविज्ञान.

अंतराळांत गेलें असतें.

१८. निरनिराळे तत्वरूपी प्रकृत्यंशांत जें निबिड आकर्षण त्यास रसायन आकर्षण असें म्हणतात.

पाण्याचे एका प्रकृत्यंशांत दोन तत्वरूपी प्रकृत्यंश आहेत. एकाचें नाव प्राणवायु अथवा आक्सिजन्, आणि दुसऱ्याचें नांव जलजनकवायु किंवा हैड्रोजन् या दोन प्रकृत्यंशांमध्यें ज्या निबिड आकर्षणाचे योगानें एके ठिकाणीं जमून राहण्याची शक्ति आहे त्यास रसायन आकर्षण म्हणतात.

रसायन आकर्षणाचा व्यापार चालू होण्यास दोन जातीचे पदार्थ पाहिजेत, आणि हा व्यापार चालू झाला म्हणजे मूळपदार्थांपासून भिन्नजातीचा असा एक निराळेच धर्माचा पदार्थ उत्पन्न होतो.

खडीचा चुना आणि पाणी हीं एकत्र केलीं असतां उष्ण चुना होतो. चुना आणि हळद एके ठिकाणी केली असतां तांबडा रंग उत्पन्न होतो. आक्सिजन आणि हैड्रोजन् हे वायु एकेठिकाणीं केले असतां त्यापासून पाणी उत्पन्न होतें. आक्सिजन् आणि नैट्रोजन् या वायूंनीं हवा झाली

आहे, हे सर्व व्यापार रसायनाकर्षणाचे आहेत.

१७ आकर्षणाचे विरुद्ध जो व्यापार त्यास **अभिसार अथवा प्रोत्सारण** असें म्हणतात. या व्यापाराचे योगानें पदार्थ अथवा प्रकृत्यंश एकमेकांस आपआपणापासून दूर लोटीत असतात.

तेल आणि पाणी यांत अभिसारण आहे त्यामुळें तेल कटलेला पदार्थ पाण्यानें कधींही भिजत नाहीं.

उष्णानें ज्या योगानें एका घन इंच पाण्याची वाफ एक घन फूट होते. तेव्हां अर्थात उष्णता पदार्थांतील स्नेहाकर्षण नष्ट करून अभिसारण उत्पन्न करितें.

दोन लोहचुंबक एकमेकांजवळ आणिले असतां सरूप ध्रुवांमध्यें प्रोत्सारण शक्ति आहे आणि विरूप ध्रुवांत आकर्षणशक्ति आहे असें अनुभवास येतें.



सिद्धपदार्थविज्ञान.

भाग दुसरा.

चलननियम.

१८ गति म्हणजे पदार्थानें आपली स्थिति अनुक्रमानें वारंवार बदलणें. गतिविषयीं विचार करूं लागलें म्हणजे कालाचा बोध होतो. काल आणि गति यांचा संबंध नाहींसा करतां येत नाहीं. एकाचाही विचार करणें झाल्यास दुसऱ्यास लक्षांत अणावें लागतें.

१९ गतीचे मुख्य नियम तीन आहेत.

१ ला नि० स्थिति अथवा गति या दोहों अवस्थांतून कोणत्याही एका अवस्थेंत पदार्थ असल्यास बाहेरील व्यापाराशिवाय त्यास आपली अवस्था सोडतां येत नाहीं.

२ रा नि० गतीमध्यें जो फेर पडतो तो आघाताचे प्रमाणांत असतो, आणि आघात ज्या दिशेंत होतो त्याच दिशेंत फेर पडतो.

३ रा नि० आघात आणि प्रत्याघात हे सर्वदां एकसारखेच असतात, परंतु ते विरुद्ध दिशांनीं होतात

चलननियम.

२० गतीचे मुख्य प्रकार दोन आहेत. पहिला प्रकार, जेव्हां सगळा पदार्थ आपली जागा बदलून दुसरे जागीं जातो तेव्हां दुसरा प्रकार, जेव्हां पदार्थाचे घटकावयव आप आपल्यांत फिरतात, तेव्हां.

जडपदार्थाचें अधःपतन, गाडीचें चलन, नौकाचलन इत्यादि.गति पहिले प्रकारांत येतात.

वनस्पती आणि जनावरें यांचें वाढणें पदार्थांचें पृथक्करण आणि रसायन मिश्रण इत्यादि गोष्टी दुसरे प्रकारांत येतात.

२१ गतीविषयीं विचार करितांना कितीएक गोष्टी लक्षांत आणाव्या लागतात.

कारण गति उत्पन्न होण्यास जोर लागतो, आणि तो जोर ज्या प्रमाणें अधिक किंवा कमी असेल, अथवा स्वतां पदार्थच ज्या प्रमाणें मोठा लहान असेल, त्याप्रमाणे गतीचा वेग अधिक किंवा कमी असतो. प्रेरणेचे दिशेप्रमाणें गतीची दिशाही भिन्न असते. या कारणास्तव गतीविषयीं विचार करणें झाल्यास आपणास पुढील गोष्टी ध्यानांत घ्याव्या लागतात.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

१ प्रेरणा, जिचे योगानें गति उत्पन्न होते.

२ चलितपदार्थांमधील प्रकृत्यंश समूह.

३ वेग आणि चलन दिशा.

४ चलितपदार्थानें क्रमिलेली जागा.

५ ही जागा क्रमावयास जो वेळ लागला तो.

६ पदार्थाचे चलनास जो अडथळा येतो तो दूरकरण्यास चलितपदार्थ ज्या जोरानें आघात देतो तो.

२२ गति सरळ असते अथवा वक्र असते, वर्धमान असते, अथवा क्षीयमाण असते, अथवा सममान असते.

एका सरळ रेषेंत जी गति होत असते तीस **सरळगति** असें म्हणतात. या गतीची दिशा बदलत नाहीं. जी गति आपली दिशा क्षणोक्षणीं बदलते तीस **वक्रगति** असें म्हणतात. उदाहरण ग्रहगति अथवा पृथ्वीवर जडपदार्थांचे अधःपतन, (जेव्हां गतीचा रोख भूमिमध्याकडे नसतो तेव्हां.)

चलननियम.

एखादे पदार्थास वर उडविलें असतां तो कांहीं वेळ वर जाऊन फिरून खालीं येतो. या पदार्थाची गति वर जा-तांना क्षीयमाण असते आणि खालीं येतांना वर्धमान असते. घड्याळाचे कांटे सममान गतीनें फिरत असतात.

२३ पदार्थावर एकाच दिशेंत वारंवार प्रेरणा झाल्या म्हणजे वर्धमान गति उत्पन्न होते. गति विरुद्ध वारंवार प्रेरणा झाली म्हणजे क्षीयमा-णगति उत्पन्न होते. एकवार मात्र प्रेरणा झा-ली असली तर सममान गति उत्पन्न होते.

पदार्थावर सर्वदा एकदेशी प्रेरणा असली म्हणजे सरळगति उत्पन्न होते. भिन्नदिशांनीं एकवेळीं प्रेरणा झाल्या असतांही सरळगति उत्पन्न होते. परंतु भिन्नदिशांकडुन असमान ग-ति उत्पन्न करणाऱ्या प्रेरणा लागू झाल्या म्हणजे वक्रगति उत्पन्न होते.

वर्धमान गतीचें उदाहरण. जडपदार्थ पृथ्वीक-डे येतांना वर्धमान गति पावतो, कारण, पृथ्वीस येऊन पों-चे पर्यंत गुरुत्वाकर्षणाचा व्यापार त्यावर क्षणोक्षणीं होत असतो.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

क्षीयमाण गतीचें उदाहरण. जडपदार्थ वर उडविला असतां क्षीयमाण गति पावतो. कारण, त्याचे गति विरुद्ध गुरुत्वाकर्षणाची प्रेरणा क्षणोक्षणीं होत असते.

वक्रगतीचें उदाहरण. जडपदार्थ आडवा फेंकला असतां त्यास सरळगतीनें जाण्याचें असतें खरें, परंतु त्यावर गुरुत्वाकर्षणाचा भिन्नदिशेनें व्यापार होऊन त्यास वक्रगतीनें पृथ्वीकडे यावें लागतें.

२४ प्रतिबंधास नाहींसें करण्यास चलित पदार्थास जो जोर लागतो त्यास **चालकत्व** असें म्हणतात.

सारखे **वजनाचे** चलितपदार्थांचें चालकत्व वेगाशीं प्रमाणांत राहतें आणि सारखे **वेगाचे** चलित पदार्थांचें चालकत्व वजनाशीं प्रमाणांत राहतें. म्हणून साधारणपणानें चलितपदार्थांचें चालकत्व वेग आणि वजन यांचे गुणाकाराशीं प्रमाणांत राहतें.

$$\text{चालकत्व} = \text{वजन} \times \text{वेग}.$$

$$\text{वजन} = \frac{\text{चालकत्व}}{\text{वेग}}$$

$$\text{वेग} = \frac{\text{चालकत्व}}{\text{वजन}}.$$

चलननियम.

चालकत्व सारखें असल्यास, वजन $\propto \frac{1}{\text{वेग}}$

आणि वेग $\propto \frac{1}{\text{वजन}}$

वजन सारखें असल्यास चालकत्व $\propto$ वेग

वेग सारखा असल्यास चालकत्व $\propto$ वजन

भाग तिसरा.

गुरुत्वाकर्षणाविषयीं.

२५ हें आकर्षण प्रकृत्यंशां प्रमाणें वाह्राडतें आणि अंतराच्या वर्गाप्रमाणें कमी होतें.

$$\text{आकर्षण} = \frac{\text{प्रकृत्यंश}}{(\text{अंतर})^2}$$

$$\text{आकर्षण} \propto \text{प्रकृत्यंश} \propto \frac{1}{(\text{अंतर})^2}$$

२६ या आकर्षणाचा पदार्थांवर परिणाम वजन, अथवा गति, असा होतो, म्हणजे पदार्थ जर चलित होण्यास योग्य असला तर चलित होतो, परंतु जर चलित होण्यास योग्य नसला तर त्याचे अंगीं वजन उत्पन्न होतें.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

पृथ्वीवर सर्वपदार्थ भारी आहेत, याचें कारण त्यां-वर पृथ्वीचें+ आकर्षण. आतां आकर्षण प्रकृत्यंशां प्रमाणें वाढतें म्हणून पदार्थ मोठा असल्यास त्याचें वजन अधिक असतें, आणि लाहान असल्यास कमी असतें. परंतु हें वजन प्रतिबंधाशिवाय अनुभवास येत नाहीं म्हणजे पदार्थावर पृथ्वीचें आकर्षण पडून त्याचे अंगीं पृथ्वीकडे जाण्याची जी गति उत्पन्न होणार तीस जो अडथळा येतो तो एकीकडे करण्यास पदार्थ आपणावर पृथ्वीचे आकर्षण अधिक किंवा कमी असेल त्याप्रमाणें अधिक किंवा कमी यत्न करीत असतात. या यत्नास आम्ही वजन अशी संज्ञा दिली आहे.

अडथळा नसल्यास पदार्थ पृथ्वीकडे येऊं लागतो. म्हणून अडथळा असल्यास पृथ्वीचे आकर्षणापासून वजन उत्पन्न होतें, अडथळा नसल्यास आकर्षणापासून गति उत्पन्न होते

पदार्थ मोठे असोत, अथवा लहान असोत, पृथ्वीचें पृष्ठ भागावर, अडथळा नसल्यास, पदार्थ एका सेकंदांत सुमारें १६ $\frac{१}{१२}$ खालीं येतात.

+ पृथ्वीचें आकर्षण म्हणजे भूमध्याचें आकर्षण, पृथ्वीपासून अंतर म्हणजे भूमध्यापासून अंतर, असें समजावें.

गुरुत्वाकर्षण.

२७ पृथ्वीचा पृष्ठभाग सोडून वर एक मैल अथवा दोन मैल गेलें तरी पृथ्वीचे आकर्षणांत फारसा फेर पडत नाहीं, म्हणून पृथ्वीचें आकर्षण मैल दोन मैलांत सारखें आहे असें म्हटलें असतां चिंता नाहीं.

पदार्थ पृथ्वीवर येऊं लागला म्हणजे त्यावर गुरुत्वाकर्षणाचा व्यापार एक सारखा चालू होत असतो, त्यामुळें त्याची गति क्षणोक्षणीं वर्धमान होत असते. तशीच पदार्थ पृथ्वी सोडून वर जाऊं लागला म्हणजे त्याची गति त्याच कारणामुळें क्षणोक्षणी क्षीयमाण होत असते. परंतु मैला दोन मैलां पर्यंत पृथ्वीचे आकर्षणात फेर पडत नाहीं, आणि पदार्थ इतका कधींही वर जात नाहीं, या मुळें त्याची गति क्षीयमाण अथवा वर्धमान होते, ती सारख्या काळांत सारखी कमी अधिक होते असें मानावें.

२८ वरील सिद्धांत लक्षांत घेऊन गणित रीतीनें असें सिद्ध होतें कीं, पदार्थ पतन होत असतांना त्याचा खालीं येण्याचा वेग काळाप्रमाणें वाढत जातो, आणि त्याचे अधःपाताचें मान काळाचें वर्गाप्रमाणें होतें.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

अधःपतनाचा वेग = ३२ × काल.

अधःपतन = १६ × (काल)²

या सिद्धांतावरून हें पुढील कोष्टक तयार केलें आहे.

	१	२	३	४	५	६	याप्रमाणें जर सेकंदांनीं मोजलेला काल असेल.
तर	१६	६४	१४४	२५६	४००	५७६	याप्रमाणें पदार्थाचें पतन होईल.
तर	३२	६४	९६	१२८	१६०	१९२	याप्रमाणें प्रत्येक सेकंदाचे शेवटीं पदार्थाचे अंगीं वेग येईल.
	१६	४८	८०	११२	१४४	१७६	याप्रमाणें प्रत्येक सेकंदांतील पतन होईल.

२९ वरील नियम पतनशील पदार्थांविषयीं झाले, परंतु पदार्थ वर जात असतां त्यांस हे नियम उलट घ्यावे लागतात.

म्हणजे जर एक पदार्थ ४ सेकंदांत २५६ फूट खालीं आला असला आणि जर ४ सेकंदांच्या अंतीं १२८ वेग आला आहे तर १२८ वेगानें जर पदार्थ वर उडविला तर तो पदार्थ ४ सेकंदांत २५६ फूट वर जाईल.

गुरुत्वाकर्षण.

३० भूगोला बाहेर पृथ्वीचें आकर्षण, मध्यापासून जें अंतर, त्या अंतराचे वर्गाप्रमाणें कमी होत जातें, परंतु भूगोलचें आंत मध्यापासून अंतर ज्या प्रमाणें कमी करावें त्याशीं सरळ प्रमाणांत आकर्षण कमी होऊं लागतें.

पृथ्वीवर जो पदार्थ एक शेर वजन भरतो तो पदार्थ ४००० मैल उंच नेला म्हणजे $\frac{1}{4}$ शेर भरेल, परंतु पृथ्वीचे आंत २००० मैल नेला असतां $\frac{1}{2}$ शेर भरेल.

पृथ्वीपासून चंद्राचें अंतर पृथ्वीच्या ६० त्रिज्या इतकें आहे म्हणून पृथ्वीचे पृष्ठभागावर जें पृथ्वीचें आकर्षण त्यापेक्षां चंद्रावर पृथ्वीचें आकर्षण ६० चा वर्ग म्हणजे ३६०० पट कमी आहे. यावरून असें दिसतें कीं, जो पदार्थ पृथ्वीवर १ मण भरतो तो चंद्रा इतका लांब नेला तर त्याचें वजन सुमारें १ तोळा मात्र भरेल.

आंदोलकाविषयीं.

३१ एखादे जडपदार्थास दोरी अथवा तार लावून तो हेलकावे खात फिरत टांगलेला असतो त्यास आंदोलक म्हणतात. आणि त्याचे प्रत्येक हेल

सिद्धपदार्थविज्ञान.

काव्यास त्याचें एक आंदोलन म्हणतात

एखादे दोरीस एक धोंडा टांगला तर तो ओळंब्यांत राहतो परंतु त्यास धक्का दिला म्हणजे तो हेलकाव्यानें थोडासा वर जाऊन त्यावर गुरुत्वाकर्षणाचा व्यापार लागू होतो, परंतु खालीं येतांना त्याचे आंगीं जो वेग येतो तो नष्ट होण्यास त्यास दुसरे बाजूस आणखी पहिले इतकें वर जावें लागते परंतु येथें गुरुत्वाकर्षण फिरून लागू पडून त्यास पूर्ववत मागें जावे लागतें या मुळें ओळंब्यास एखादा हेलकावा दिला म्हणजे त्यास पुढें एकसारखे हेलकावे खात राहावें लागतें.



३२ आंदोलकाचा हेलकावा मोठा असो किंवा लाहान असो, त्याचे आंदोलनास म्हणजे हेलकाव्यास एकसारखाच वेळ लागतो.

३३ आंदोलक लांब असल्यास आंदोलनास फार वेळ लागतो. आंदोलक तोकडा असल्यास आंदोलनें लवकर होतात. आंदोलनाचा वर्ग आं-

गुरुत्वाकर्षण.

दोलकाचे लांबीशीं सरळ प्रमाण ठेवितो.

ज्या घड्याळांत आंदोलक असतात तीं हळू हळू चालत असलीं म्हणजे आंदोलक तोंकडा करितात आणि लवकर चालूं लागली म्हणजे लांब करितात, यामुळें घड्याळाची गति सर्वदां सारखी ठेवितां येती. घड्याळांस आंदोलकाचा उपयोग फार आहे. कारण यांचे योगानें त्यांचे चक्राची गति नियमित प्रमाणानें चालू होते.

२४ जो आंदोलक एका सेकंदांत एक हेलकावा घेतो त्याची लांबी सुमारें इंच ३९ १/५ लांब असते.

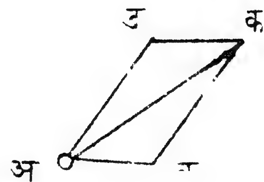
पृथ्वीवरील निरनिराळे प्रदेशांत आंदोलकाची गति सारखी नसती. विषुववृत्ताकडे आंदोलक हळू चालतात, आणि ध्रुवांकडे जलद चालतात. आतां पृथ्वीचें गुरुत्वाकर्षणाचा व्यापार ज्या प्रमाणें अधिक किंवा कमी होतो त्याप्रमाणें आंदोलकाचें आंदोलन लवकर किंवा हळू होऊं लागतें. तेव्हां यावरून असें सिद्ध होतें की. गुरुत्वाकर्षण ध्रुवाकडे फार आहे, आणि विषुववृत्ताकडे कमी आहे; म्हणून पृथ्वीमध्य ध्रुवाजवळ आहे. आणि विषुववृत्तापासून लांब आहे असें सिद्ध होतें. गणिताचे आधारानें असें सम-

जलें आहे कीं, पृथ्वीचा व्यास ध्रुवांकडे ७९०० मैल आ-
हे, आणि विषुववृत्ताकडे ७९२५ मैल आहे.

पृथ्वी आपले आंसा सभोंवती फिरते, यामुळें विषुव-
वृत्ताकडे उत्सारप्रेरणा होते यामुळें गुरुत्वाकर्षण कांहींसें
कमी झालेंसें होऊनही आंदोलक कांहींस हळू चालूं लागतात.

भाग चवथा.

प्रेरणांचें एकीकरण आणि विभागीकरण.



३५ जर एखादे अ प-
दार्थावर एकावेळीं, दोन
प्रेरणा लागू झाल्या, आ-
णि एक प्रेरणा त्या पदा-
र्थास अ पासून ड पर्यं-
त ज्या वेळांत नेणार तित-
क्याच वेळांत दुसरी त्यापदार्थास अ पासून ब
पर्यंत नेणार तर पदार्थास अ ड अथवा अ

प्रेरणांचा परिणाम.

ब या दोहीं दिशांतून एकाही दिशेंत जातां ये- त नाहीं, परंतु तो **अ क** दिशेनें जाईल ही दि- शा **अ ड ब क** समांतर बाजू चौकोनाचा कर्ण आहे. म्हणून त्या काळाच्या शेवटीं तो पदार्थ **क** ठिकाणीं सांपडेल. शिल्पशास्त्रांत या चौकोनास **प्रेरणांचा समांतर बाजू चौकोन** असें म्ह- णतात. **अ ब** आणि **अ ड** या प्रेरणांस घटक प्रेरणा म्हणतात. **अ क** या प्रेरणेस फलित प्रेर- णा असें म्हणतात.

२६ कोणत्याही त्रिकोणांत तीन बाजूं पैकीं कोण- त्याही दोन बाजू जर घटक प्रेरणा दाखविणाऱ्या घेतल्या तर राहिलेली तिसरी बाजू फलित प्रेर - णा दाखविते.

२७ वरील व्याख्यानापासून असें लक्षांत येतें कीं, प्रेरणा भिन्न दिशांकडून होत असल्या म्हण- जे कर्णरेषेचा संभव होतो, परंतु प्रेरणेमध्यें जर कोन होत नसला, म्हणजे जर दोनी प्रेरणा एक्या दिशाकडून, अथवा विरुद्ध दिशांकडून होत अस- ल्या तर फलित प्रेरणेस त्याच रेषेंत महत् प्रेरणे-

चे दिशेनें व्हावें लागेल. विरुद्धप्रेरणा जर समजोराच्या असल्या तर पदार्थास स्थिर राहावें लागेल.

३८ ज्या दोन प्रेरणा पदार्थास पुढें लोटीत असतात, त्या जर प्रत्येकीं सममान गति उत्पन्न करणाऱ्या आहेत, तर फलित चलन ही सरळ रेषेंत होतें; परंतु त्यांतून एखादीचा व्यापार जर एक वार होऊन पदार्थ समगतीनें चालण्यासारखा असला आणि दुसरीचा व्यापार सदोदित होत असून वर्धमान गति उत्पन्न करण्यासारखा असला तर तो पदार्थ वक्रगतीनें जाऊं लागतो.

जर तोफेचा गोळा आडवा फेंकला आणि त्यावर जर पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षणाचा व्यापार होत नसता तर तो गोळा सरळ रेषेनें समोर जाता, परंतु गुरुत्वाकर्षणाचा सदोदित व्यापार त्यावर होऊन त्यास वक्रगतीनें चलन पावणें प्राप्त येतें. हें चलन ज्या वक्ररेषेंत होतें तीस परावला असें म्हणतात.

तोफेचे तोंड ४५ अंश कलतें ठेविलें तर त्यापासून गोळा जितका लांब जातो तितका लांब दुसरे कोणेनेही

सिद्धपदार्थविज्ञान.

कलानें जात नाहीं. तोफेचें तोंड वर उचललें तरी गोळा आलिकडे पडतो, आणि खालीं दाबलें तरीं आलिकडे पडतो.

तोफेचें तोंड किती कलतें ठेविलें आणि त्यांत किती बार घातला म्हणजे सांगितले वजनाचा गोळा इच्छिले अंतरावर जाऊन पडेल. या गोष्टीचे विचार, जे गोलदाज आहेत, त्यांस नित्य करावे लागतात.

केंद्रकप्रेरणे विषयीं.

३९, एखादा पदार्थ जर एकामध्या सभोवतीं फिरत असला तर त्याची वर्तुळगति दोन प्रेरणांनीं झाली असते. ज्या प्रेरणेनें तो पदार्थ मध्यास सोडुन पलीकडे जात असतो तीस **ध्रुवोत्सार प्रेरणा** असें म्हणतात, आणि ज्या प्रेरणेनें तो पदार्थ मध्याकडे ओढला जातो त्यास **ध्रुवाकर्ष प्रेरणा** असें म्हणतात. दोघांस साधारणपणानें **ध्रुवक प्रेरणा** असें नांव दिलें आहे.

जर एक धोंडा एका दोरीस बांधून आपले सभोवतीं फिरविला तर तो वर्तुळ गतीनें फिरतो, परंतु ही गति त्या-

चे आंगची नाहीं. कारण, दोरी तुटली असतां तो सरळ रेषेनें आपणास सोडून लांब जाऊं लागतो. दोरी बांधलेली आहे त्यामुळें त्यास लांब जातां येत नाहीं, परंतु वर्तुळगतीनें फिरावें लागतें.

पृथिव्यादि ग्रह या रीतीनेंच सूर्यासभोंवती प्रदक्षिणा करित असतात. इतकेंच की त्यांस दोरी बद्दल आकर्षप्रेरणा असतात.

भाग पांचवा.

गुरुत्वमध्याविषयीं.

४० ज्या मध्याभोंवतीं पदार्थाचे सर्व भागांचें कोणत्याही स्थितीत समतोलन होतें त्यामध्यास **गुरुत्वमध्य** ह्मणतात.

ज्यानें गुरुत्वमध्यास आधार दिला असतो त्यावर सर्व पदार्थांचा भार पडतो. ह्मणून सर्व पदार्थांचें वजन त्याचे गुरुत्वमध्यांत आलें आहे असें ह्मणायास चिंता नाहीं.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

४१ दोन अथवा अधिक पदार्थांचा गुरुत्वमध्य तोच आहे कीं, ज्यावर ते पदार्थ कोणत्याही स्थितींत ठेवले तथापि समतोल राहतात.

गुरुत्वमध्यापासून दोन पदार्थांचे अंतर त्याचे वजनाचे उलट प्रमाणांत असतें म्हणजे.

अचे वजनास : बचें वजन : : ब चे अंतरास : अचें अंतर.



४२ ज्यामध्या भोंवतीं पदार्थ फिरतो त्यास त्या पदार्थांचा **चलनमध्य** म्हणतात, आणि जर एखाद्या टांगलेल्या जडपदार्थाचा गुरुत्वमध्य चलनमध्याचे बरोबर खालीं किंवा वर असला तर तो पदार्थ स्थिर राहातो. जर या प्रमाणें नसलें तर गुरुत्वमध्य आपणास जेवढें खालीं आणवेल तितकें खालीं आणितो.

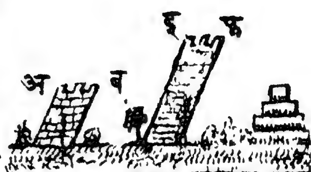
यावरून कोल्हांटी दोरीवर चालतात, उड्यामारतात, कितीएक लोक भरधांव घोड्यावर उभे राहतात, याचें कारण लक्षांत येईल.

४३ गुरुत्वमध्यांतून जर क्षितिजाशीं लंब अशी

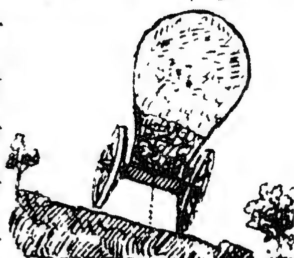
गुरुत्वमध्य.

एक रेषा काढली तर तीस लंबरेषा म्हणतात. कारण पदार्थ पृथ्वीकडे येण्यास मोकळा असला तर त्याचा गुरुत्वमध्य या रेषेनें खाली येईल.

४४ ही रेषा जर पदार्थाचे तळांत पडली तर तो पदार्थ भूमीवर स्थिर राहील, परंतु जर बाहेर पडली तर तो पदार्थ उलंडेल.



जर अ ब क ड एखादा जड पदार्थ आहे तर त्याचे गुरुत्वमध्यापासून जो लंब येतो तो अ ड पायाचे आंत पडतो आणि तो पदार्थ स्थिर राहातो परंतु तोच पदार्थ जर इ फ पर्यंत लांब असला तर गुरुत्वमध्य वर जाऊन त्यापासून जो लंब येतो तो बाहेर पडतो या करितां तो पदार्थ आतां उलंडल्या शिवाय राहात नाहीं.



गुरुत्वमध्य.

गवतानें भरलेला गाडा ज्या कलावर उलंडतो त्या कलावर धोंड्यांनीं भरलेला उलंडत नाहीं. हें कसें हें यावरून उघड कळेल. एखादे पदार्थास उभें राहाण्यास कोणती तजवीज केली पाहिजे हेंही समजेल. एखादी बोट अथवा गाडी उलंडायास झाली असतां तींत उभें राहू नये, परंतु बसावें अथवा निजावें याचेंही कारण लक्षांत येईल.

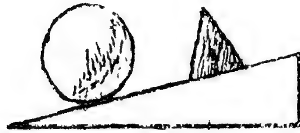
४५ पदार्थाचा तळ जितका अधिक विस्तृत अथवा गुरुत्वमध्य तळाचे जितका अधिक जवळ असेल तितका अधिक पदार्थ स्थिर राहतो. आणि जितका लाहान तळ असेल आणि एक बाजूकडे जितका अधिक झुकला असेल तितका पदार्थ उलंडायास सोपा पडतो.

या कारणास्तव गोलास इकडे तिकडे लोटण्यास कठीण पडत नाहीं, आणि कोणतेही पदार्थास टोकावर समतोलांत धरतां येत नाहीं.

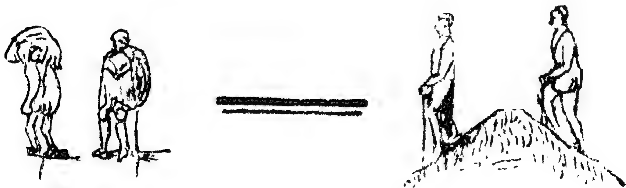
४६ जर एखादे उतरणीवर पदार्थ ठेवला असला, आणि त्याची लंबरेषा जर त्याचे तळांत

सिद्धपदार्थविज्ञान.

पडत आहे तर तो पदार्थ त्या उतरणी वरून सरकत जाईल; परंतु जर लंबरेषा त्याचे तळा- चे बाहेर पडली तर तो पदार्थ खाली गडबडत येईल.



मनुष्याची लंबरेषा त्याचे दोहों पायांचें मध्यें पडत असते, म्हणून तो स्थिरपणानें उभा असतो, परंतु ही रे- षा जर बाहेर पडली तर एकपाय पुढें टाकल्याशिवाय त्याच्यानें झोंक संभाळवत नाहीं. आपण कोणत्याही बाजूनें आपणावर ओझें घेतलें तर स्थिरपणानें उभें रा- हावयास आपणास एके बाजूस लवावें लागतें. याठिका- णीं आपण ओझ्यामुळें लंबरेषा बाहेर पडते ती लवून पायांत आणितों.



सिद्धपदार्थविज्ञान.

भाग साहावा.

यांत्रिकशक्तिंविषयीं.

४७ चलननियमांवर यंत्रें बांधून त्यांचे योगानें भारी पदार्थ उचलावयाचे न्यावयाचे किंवा अडथळे एकीकडे करावयाचे असतात, तेव्हां त्या यंत्रांस **यांत्रिकशक्ति** म्हणतात.

मुख्य चालक हे आहेत. पहिला, सजीव पदार्थाची शक्ति, त्यांतून मुख्यत्वेंकरून मनुष्य, घोडा, आणि बैल यांची; दुसरा, वाहातें पाणी आणि वायू; तिसरा, वाफेचा जोर; चवथा, कमाणीचा जोर; पांचवा, पदार्थाचें वजन.

४८ यंत्रांवर विचार करितांना तीन गोष्टींचा विचार करावा लागतो.

१ उचलण्याचें वजन, अथवा काढून टाकण्याचा अडथळा.

२ तें काम करण्यास ज्या शक्तीचा उपयोग करावा ती.

३ जें यंत्र उपयोगांत आणावयाचें आहे तें.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

४९ साधीयंत्रें साहाप्रकारचीं आहेत. तरफ, चाक, आंस, कप्पी, उतरण, पाचर, आणि मळसूत्र.

५० काल आणि जोर हे दोन्हीं एकवेळीं कमी करण्या करितां मनुष्याच्यानें कोणतेही यंत्राचा उपयोग करवणार नाहीं. त्याणें शिल्पशास्त्रांनील ही गोष्ट लक्षांत ठेविली पाहिजे कीं, आपण या दोहोंमधून कोणत्याही एकाचा लाभ करून घेतला तर दुसऱ्यांत तितकाच तोटा होतो.

तरफ.

५१ सरळ अथवा वांकडी, परंतु नलवे अशी एक लांब काठी एकामध्या भोंवतीं फिरे अशी घेतली म्हणजे तीस तरफ म्हणतात. ज्यामध्या भोंवतीं ती फिरते त्यास टेकूं असें म्हणतात.

ही गोष्ट पुष्कळांचे लक्षांत असेल कीं, जेव्हां एखादें मोठें वजन आपणास हलवून नाहीं [illegible] [illegible] आपण एक पाहार अथवा [illegible] [illegible] त्यांच्या दं

तरफ.

डा घेऊन त्याचें एक टोंक त्या वजनाखालीं घालून, दांड्या खालीं एका लाहान धोंड्याची आट घालून त्या दांड्याचें दुसरे टोकांवर आपण आपला भार घालितों म्हणजे तो पदार्थ

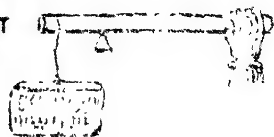


लागलाच उचलतो. आणि ही गोष्ट सर्वांस ठाऊक आहे कीं तो दांडा जेवढा लांब असेल तेवढें वजन उचलावयास हलकें येतें.

शिल्पशास्त्रांत या दांड्यास तरफ असें म्हणतात. दांड्याखालचे अटीस टेंकू असें म्हणतात. उचलावयाचे ओझ्यास उच्चाल्य आणि ज्याचे योगानें तें ओझें उचलावयाचें त्यास उच्चालक अथवा शक्ति असें म्हणतात.

५२ उच्चाल्य, उच्चालक शक्ति आणि टेंकू यांचे तरफेवरील स्थिती प्रमाणें तीन तऱ्हांच्या तरफा आहेत.

पहिले तऱ्हेच्या तरफ मध्यें टेंकू आणि शेवटास उच्चाल्य आणि उच्चालक.



सिद्धपदार्थविज्ञान.

दुसरे तऱ्हेची तरफ, मध्यें उच्चाल्य आणि शेवटास उच्चालक आणि टेंकू.



तिसरे तऱ्हेची तरफ, मध्यें उच्चालक आणि शेवटास उच्चाल्य आणि टेंकू.



पहिले आणि दुसरे तरफेंत शक्ति कमी लागते आणि तिसरे तरफेंत शक्ति अधिक लागते. परंतु वेग पाहिजे तेवढा वाढवितां येतो.

बाजारांतील पदार्थ तोलण्याची, तराजू, जडधोंडा उचलणें झाल्यास ज्या दांड्याचा आपण उपयोग करितों तो दांडा, कागद कातरण्याची कातर, इत्यादि पहिले जातीचे तरफेचीं उदाहरणें आहेत.

ओझीं नेण्याचा नवघण, गलबताचीं वल्हीं, सुकाणू. अडकित्ते इत्यादि दुसरेजातीचे तरफेचीं उदाहरणं आहेत.

ओझें उचलतांना मनुष्याचा हात, घड्याळांतील चक्रें, इत्यादि, तिसरे जातीचे तरफेचीं उदाहरणें आहेत.

५२ तीन्ही जातींचे तरफांत उच्चाल्य आणि उच्चालक यांची साम्यता होण्यास यांचें चालकत्व

यांत्रिकशक्ति.

एकसारखें असलें पाहिजे.

उच्चालक × उच्चालकाचें टेंकूपासून अंतर = उच्चाल्य × उच्चाल्याचें वजनांचें टेंकूपासून अंतर.

$$\text{उच्चालक} = \frac{\text{उच्चाल्य × त्याचें टेंकूपासून अंतर.}}{\text{उच्चालकाचे टेंकूपासून अंतर.}}$$

$$\text{उच्चाल्य} = \frac{\text{उच्चालक × तिचें टेंकूपासून अंतर.}}{\text{उच्चाल्याचे टेंकूपासून अंतर.}}$$

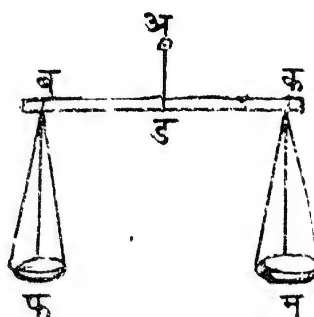
या नियमांवरून अमुक शक्ति लाविली असतां किती ओझें उचलतां येईल, हें काढतां येतें, उदाहरण. ओझ्यापासून टेंकूपर्यंत जें अंतर त्यापेक्षां पांचपट अधिक जर शक्तीचे टेंकूपासून अंतर आहे तर ओझ्याचे पांचपट कमी शक्ति पुरते, साहापट अंतर असल्यास साहापट शक्ति कमी पुरते. इ० ओझ्याचें अंतर २ हात आहे आणि शक्तीचें अंतर २० हात आहे तर ओझें ५०मण असल्यास तें उचलायास ५ मण शक्ति पुरे.

५४ तराजू. ही पहिले प्रतिची तरफ आहे, हिला दोहों बाजूंस सारखे दांडे असून सारखीं वजनें टांगावीं लागतात.

या पुढील पृष्ठांत आकृति काढली आहे, ही साधा-

सिद्धपदार्थविज्ञान.

रण तराजूची आहे. हींत ड मध्यावर फिरणारी अशी एक ब क दांडी असते आणि तिचे ब ड आणि ड क हे दोन दांडे सारखे असलात. त्यांचे शेवटास फ आणि म हीं पारडीं बांधलीं असतात. त्यांतून एका पारड्यांत पदार्थ घालतात आणि दुसरे पारड्यांत नियमित वजनें घालून त्या पदार्थाचें वजन सांगतात. तराजूची दांडी बरोबर समतेंत आली म्हणजे पदार्थाचें वजन झालें असें समजावें.



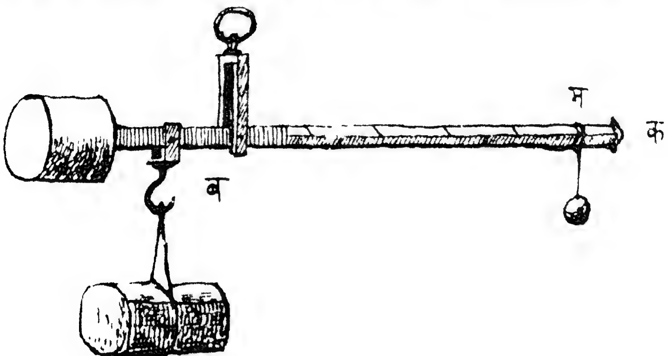
उदमीलोक तराजू खोटीकरून लोकांस फसवितात. तराजूचे भुज विषम असले म्हणजे वजन खोटें होतें. आपणास तराजू खोटी असा संशय आला तर पदार्थ एकदां एका पारड्यांत व दुसऱ्यानें दुसऱ्या पारड्यांत घालून वजन करावा, जर दोन्ही वेळां त्याचें वजन सारखें आलें तर तराजू बराबर आहे असें समजावें. वजनें सारखी आलीं नाहींत तर तराजू खोटी आहे.असें झालें म्हणजे दोन्हीवजनांचा गुणाकार करावा, आणि त्याचे वर्ग-

यांत्रिकशक्ति.

मूळ घ्यावें, तें वर्गमूळ त्या पदार्थाचें खरें वजन होईल. उदाहरण, वजनें ९ आणि ४ असल्यास तर ९×४ = ३६ आणि ६×६ = ३६ म्हणून त्याचें खरें वजन ६ आहे असें समजावें.

५५ स्टीलयार्ड अथवा विषमदांडी, या तराजूंत दांडीचें एक आंग फार लांब व दुसरें आंग फार आंखूड असतें, आणि थोडे वजनानें मोठे पदार्थांचें वजन करितां येतें.

या पुढील आकृतींत **अ ब क** ही दांडी आहे तिचें **ब क** आंग बारीक परंतु लांब आहे, आणि **अ ब** आंग मोठें आहे. या दांडीस दोन ठिकाणीं दोन आंकडे आहेत. एक तराजू धरण्याचा व दुसरा ज्या पदार्थाचें वजन करावयाचें तो पदार्थ टांगण्याचा **म** ठिकाणी एक पाठीमागें पु-



सिद्धपदार्थविज्ञान.

टें मरणारें लहान वजन असतें. या तराजूने वजन मोजण्याची रीत अशी आहे. जो पदार्थ तोलावयाचा आहे तो **ब** ठिकाणचे आंकड्यास अडकवावा आणि **म** वजन पाठीमागें पुढें सारून दांडीस समानता आणावी, आणि ज्या भागावर तें वजन येईल तितकें पदार्थाचें वजन झालें असें समजावें.

ही तराजु खरी खोटी पाहाणे झाल्यास त्या वजनाशिवाय धरून दांडी समतेंत येते कीं नाहीं तें पाहावे. जर समतेंत आली तर तराजू एका अंशीं खरी आहे. जर समतेंत येत नसली तर अ ठिकाणीं गोळा आहे, तो मागे पुढें सारून अथवा त्या ठिकाणचें वजन उणें अधिक करून दांडी सम येई असें करावें. नंतर लांब भुजावर जे भाग आहेत त्यांतून शेवटच्या भागावर लहान वजन अडकवून त्या भागांइतकें वजन मोटे आंकड्यास बांधावें. जर आतां तराजू समतेंत आली तर तराजू खरी आहे, नाहीं तर खोटी आहे; लहान वजन एक तोळ्याचे किंवा एक शेराचे अथवा दुसरें कांहीं एक प्रमाणाचें असतें.

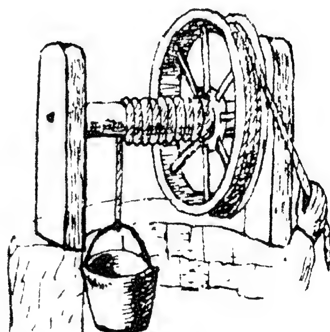


अक्षचक्र.

५६ आंस आणि चाक मिळून जें यंत्र होतें तें **अक्षचक्र**, चाकाबद्दल उभे दांड्यांची हा यो-जना करितात.

वस्त्रे पाजवावयाचें चाक, हातराहाट इ॰ अक्षचक्राचीं उदाहरणें आहेत. या यंत्रांत शक्ति बहुतकरून चक्रस्थानीं दिली असते, आणि अक्षस्थानीं उचलावयाचें वजन असतें.

अक्षचक्राची आकृति खालीं दाखविली आहे.



ज्या वेळेस थोडे शक्तिनें फार वजन उचलावयाचें आहे तेव्हां शक्तीची योजना चक्रावर करितात, परंतु जेव्हां फार वेगाची गरज आहे तेव्हां शक्तीची योजना आंसावर करितात. वस्त्रें पाजविण्याचे चाकास शक्तीची योजना अंसावर केली असते. आणि चाकावर वस्त्र धरून चाकाचे अतिशय वेगानें पाजवितात.

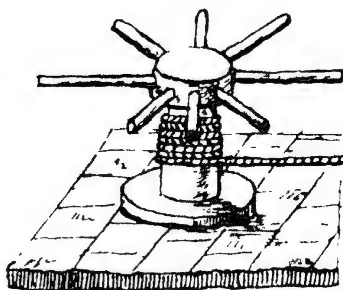
सिद्धपदार्थविज्ञान.

५७ आंसापेक्षां चाक जेवढें मोठें असेल तितकी चाकास लावलेली शक्ति उचाल्यापेक्षां कमी पुरते, आणि तेवढे पट चाकाचा वेग आंसापेक्षां अधिक असतो.

जर आंसाची रुंदी आठ इंच आहे आणि चाकाची रुंदी चार फूट आहे तर एक मनुष्य चाकावर लागला असतां आंसावरचें साहा मनुष्यांचें ओझें उचालितो.

जर हातराहाटाचे दांडे हात हात लांबीचे आहेत, आणि ज्या भोंवनीं दोरी गुंडाळते त्या ठिकाणीं दोरीचे आंसापासून अंतर अर्धे हाताचें आहे तर दांडे धरून एक मनुष्य दोः मनुष्यां इतकें दोरीस लावलेलें वजन उचलील.

ठोकळा म्हणून एक जाड लांकडाचा तुकडा असतो त्याचे वरचे बाजूस सभोंवतीं भोकें असतात, त्यांत लांब लांब दांडे घालून त्यांचे योगानें तो ठोकळा फिरवितात. या ठोकळ्या सभोंवतीं दुसरे एके पदार्थास



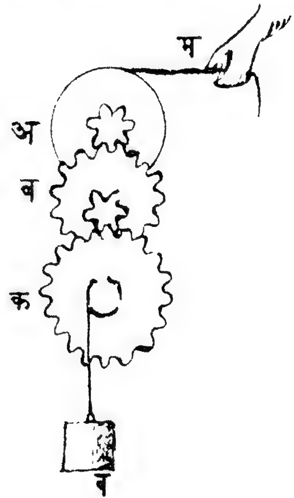
अक्षचक्र.

अडकविलेली दोरी असते तिचे योगानें तो पदार्थ ओढला जातो.

जिथे जिथे बंदरें आहेत तिथे तिथे तेथील धक्यांवर मोठमोठीं ओझीं उचलण्याचीं क्रेन या नांवाचीं यंत्रें असतात, तींही अक्षचक्रांतील एक प्रकारचीं आहेत.

घड्याळामध्यें जीं चक्रें असतात तीं सर्व अक्षचक्राचेच मासल्याचीं आहेत. इतकेंच कीं, चक्र आणि आंस या दोहोंवर दांते पाडलेले असतात, आणि एकाचक्राचे दांते दुसऱ्याचे आंसाच्या दांत्यांत अडकले असतात.

पुढील आकृतींत दांत्यांचीं तीन अक्षचक्रें आहेत त्यांत चक्रांवर शंभर दांते आहेत, आणि आंसावर दाहा दांते आहेत. त्यांत अ चक्राचे आंसावर मात्र दांत आहेत, आणि चाकावर दोरी आहे ती मनुष्यानें हातीं धरलेली आहे, आणि तिचे योगानें तो अ चक्रास फिरवीत आहे.



या चक्राच्या आंसांत ब चक्राचे दांते आहेत. आणि ब चक्राचे आंसांत क चक्राचे दांते आहेत आणि याचे आंसावर उचलावयाचे व वजनाची दोरी आहे. आतां क चक्राचा एक फेरा झाला म्हणजे ब चक्राचे दाहा फेरे होतात, आणि अ चक्राचे शंभर फेरे होतात. त्यामुळें म ठिकाणचा मनुष्य आपलेपेक्षां शंभरपट अधिक असें वजन तोलून धरितो. चक्रांचे आंसावर १० आणि घेरावर १०० दांते असले पाहिजेत असें नाहीं. पाहिजे तितके ठेवावे. वरील संख्या उदाहरणाकरितां दिल्या आहेत.



कप्पी.

५८ कप्पी म्हणजे एक धाकटे आंसावर फिरणारें चाक असतें आणि त्या चाकावरून एक दोरी गेलेली असते.

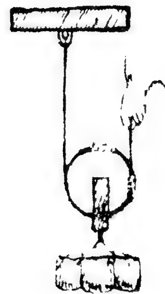
५९ कप्प्या चर असतात, किंवा अचर असतात.

अचरकप्पीपासून यांत्रिकशक्ति कांहींच उत्पन्न होत नाहीं, परंतु तिचे योगानें शक्ति लावण्याची दिशा

कप्पी.

मात्र फिरवितां येते. तिचे योगानें एके ठिकाणीं उभे राहून पदार्थ पाहिजे तेवढा उंच चढवितां येतो.

चर कप्पी पदार्थाबरोबर खालीं वर जाते, आणि तिचे योगानें यांत्रिक शक्ति दुप्पट उत्पन्न होते, म्हणजे जर वीस शेर ओझें उचलावयाचें आहे, तर हातावर दाहा शेरांचें मात्र वजन येतें. कारण दुसरें दाहा शेर वजन आंकड्यास अडकाविलेल्या दोरीवर जातें. या कप्पीची आकृती बाजूस दिली आहे, ती पाहावी. या जातीचे कप्पीची योजना केली म्हणजे जर पदार्थ एक हात वर आला तर शक्तीस दोन हात वर यावें लागतें.

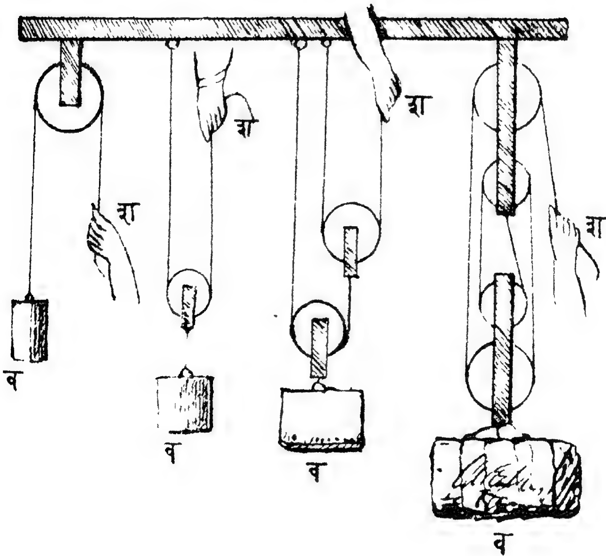


जर वरल्या बाजूस एक अचर ठोकळा ज्यांत दोन चार किंवा अधिक कप्या बसविलेल्या आहेत, असा लाविला आणि खालीं तेवढ्याच कप्यांच्या चर ठोकळ्यास वजन बांधलें आणि सर्व चक्रांवरून एक दोरी घेऊन हातांत आणिली तर जेवढे दोऱ्यांचे सोल आहेत तेवढेपट

सिद्धपदार्थविज्ञान.

हातावर वजन कमती येतें.

पुढील आकृतींत कप्या लावण्याच्या कितीएक त-ऱ्हा दाखविल्या आहेत. त्यांत पहिली तऱ्हा साधी, हींत यांत्रिक शक्तीचा लाभ कांहींच होत नाहीं. दुसरींत वजनाचे अर्ध्यानें हातावर जोर येतो. तिसरे तऱ्हेंत हातावर दोन कप्यांनी चौपट भार कमी येतो. आणि चवथे तऱ्हेंत चार कप्यांनीं चौपट भार कमीं येतो.



कप्पी.

६० चर कप्प्यांच्या योगानें यांत्रिक शक्ति किती मिळाली हें काढणें झाल्यास, वजन एक इंच वर गेलें असतां शक्ति किती इंच खालीं किंवा वर जात्ये तें काढावें आणि तेवढे पट यांत्रिक शक्ति कमी लागेल असें सांगावें.

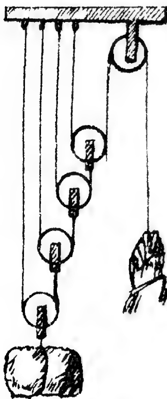
साधारण अचर कप्पीस यांत्रिकशक्ति नाहीं. कारण वजन जेवढें वर जातें तेवढीच शक्ति खालीं येते.

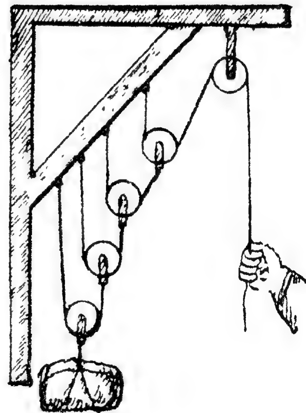
साधारण एकेरी चर कप्पीस दुप्पट यांत्रिकशक्ति येते. कारण, वजन एक इंच वर गेलें म्हणजे दोरीचीं दोन्ही टोकें एक एक इंच ढिली पडून शक्ति दोन इंच वर जाते.

याच प्रमाणें पांच चर आणि पांच अचर कप्प्यांचे योगानें वजन वर येत असतें तेव्हां दोरीचे सोल दाहा असतात, त्यामुळें वजन एक इंच वर आलें म्हणजे शक्ति दाहा इंच खालीं येते, आणि यांत्रिकशक्ति दसपट वाहाडते. सारांश अशा तऱ्हेचे कप्प्यांचे योजनेंत चर कप्प्यांचे दुप्पटी इतकी यांत्रिकशक्ति वाढते.

दरएक चर कप्पीला वेढा घालून जी दोरी जाते तिचें एक टोंक एका स्थिर आंकड्यास अडकविलेलें

असलें आणि दुसरें टोंक दुसऱ्यास त्याच प्रमाणें वेढा घातलेले चर कप्पीस अडकविलेलें असलें तर, अशा क्रमानें सांधलेल्या कप्प्या जितक्या चर असतील तितकेवेळीं दोन ही संख्या वारंवार तिच्या तिशींच गुणून जो गुणाकार येईल तितका यांत्रिकशक्तीचा लाभ होतो. या रचनेंत वजन खालचे चरकप्पीस अडकविलेलें असतें. अशा तऱ्हेनें जर पांच कप्प्या एकमेकींशीं अडकाविलेल्या असतील तर त्या रचनेची यांत्रिकशक्ति २ × २ × २ × २ × २ = ३२ इतकी होईल. म्हणून एक मनुष्य या रचनेंत ३२ मनुष्यांची बरोबरी करील.





कप्पी.

कप्यांची रचना अनेक तऱ्हांनी होते, तेव्हां ज्या ज्या प्रमाणें ती केली असेल त्या त्या प्रमाणें शक्ति आणि वजन यांचें चलन कस कसें यांचा हिसाब बांधून यांत्रिकशक्तीचा लाभ सांगावा.

६१ शक्ति आणि ओझें यांचें चालकत्व एकसारखें या यांत्रिकशक्तींत ही असतें.

म्हणून ओझें × ओझ्याचा वेग = शक्ति × शक्तीचा वेग. ही गोष्ट नेहमी या ठिकाणींही लक्षांत ठेवावी.

उतरण.

६२ उतरण म्हणजे उतरती पातळी. हिचा उपयोग ओझें वर चढविण्या करितां करितात. उतरणी जेवढी कमी उतरती असेल तेवढी तिच्यांत यांत्रिकशक्ति विशेष असते. चढविण्याचें वजन आणि चढविणारी शक्ति यांचें प्रमाण असें असतें.

उतरणीची लांबी : उतरणीची उंची : : ओझ्यास : शक्ति.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

$$\text{शक्ति} = \frac{\text{ओझें} \times \text{उतरणीची उंची.}}{\text{उतरणीची लांबी.}}$$

$$\text{ओझें} = \frac{\text{शक्ति} \times \text{उतरणीची लांबी.}}{\text{उतरणीची उंची.}}$$

बाजूची आकृति उतरणीची आहे. आतां जर एकादा पदार्थ लोटत लोटत अ पासून क कडे नेला तर जेवढा वेळ त्यास अ क लांब जाण्यास लागेल तितके वेळांत तो अ ब इतका खालीं येईल, म्हणून



अ क : अ ब : : ओझ्यास : शक्ति.

उतरणीचा उपयोग पुष्कळ ठिकाणीं केला असतो. मोटेचें पाणी काढतांना बैल चालण्याचा भाग उतरता असतो. उंच डोंगरावर रस्ता नेण्याचा झाला म्हणजे, रस्ता हलके चढावाचा केला असतो. माडीवरून खालीं उतरतांना अथवा चढतांना जो आपणास जिना लागतो तो उतरणीचाच एक प्रकार आहे. कोणताही पदार्थ वर चढविणें किंवा खालीं उतरणें झाल्यास त्याचें ओझें फार

कप्पी

हलकें यावें म्हणून हेलकरी, कामगार, वगैरे लोक उतरणी सारखे खांब अथवा फळ्या घालीत असतात. पिपे गाड्या इत्यादि पदार्थ वर नेण्यास उतरण फार उपयोगी पडते.

६३ उतरणीवरून पदार्थ ज्या जोरानें खालीं येत असतो तो जोर उतरणीचे उंचीचे प्रमाणांत असतो. जर उंची अधिक असली तर फार जोरानें खालीं येतो. जर कमी असली तर कमी जोरानें खालीं येतो.



पाचर.

६४ पाचर म्हणजे लांकडाचा अथवा धातू इत्यादिकांचा एक त्रिकोणाकृति तुकडा असतो त्यास म्हणतात. हा जसजसा अधिक निमुळता असतो तसतशी त्याच्या आंगीं फाडण्याची, फोडण्याची, तोडण्याची अधिक शक्ति येते.

हिचा उपयोग, धोंडे फोडणें, लांकूड चिरणें इत्यादि पुष्कळ ठिकाणी करितात. याशिवाय सुताराची

सिद्धपदार्थविज्ञान.

बहुतेक हत्यारें; जमीन करण्याचें पावडें.कुदळी, पाहार, शेत नांगरायाचा नांगर; सुरी, कलथा, इत्यादि पाचरेचीं उदाहरणें पुष्कळ आहेत.





पाचरेची शक्ति गणित रीतीनें काढण्यास कठीण पडतें. कारण, तिचा जिथें उपयोग केला असतो तिथें तिची यांत्रिकशक्ति विलक्षण तऱ्हेनें लागू पडते. तिच्या योगानें वजन उचलावयाचें नसतें, परंतु चिरणें, फोडणें, इत्यादि व्यापार जिथे पदार्थांचे भक्त्यंशांचें अनियमित स्नेहाकर्षण नाहींसें करण्याचें असतें, असे ठिकाणीं होतो.

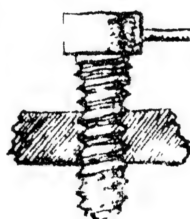
सर्व यांत्रिकशक्तीपेक्षां पाचरेंत यांत्रिकशक्ति विशेष असते. कारण, तिच्यावर ज्या शक्तीचा व्यापार घडतो तो हातोडीच्या फटक्यासारखा येत असतो, त्यामुळें कितीही दृढता असली तथापि तिचा नाश करतां येतो.



मळसूत्र.

६९ मळसूत्र म्हणजे एक लांबिवलेली अथवा एक्या खिळ्यासभोंवती गुंडाळलेली उतरण आहे. तिचा चढाव मळसूत्राचा एक्या करव्याच्या रुंदी बरोबर जर धरला तर तिची लांबी त्याचे घेरा बरोबर होईल. जर, मळसूत्र एक्या दांड्यानें फिरवायाचें असलें तर दांड्याचे एका फेऱ्याचे लांबी बरोबर उतरणीची लांबी धरावी. खालून वरून अथवा कोणीही कडून जेव्हां अल्प आयासानें फार दाब घालण्याचा असतो तेव्हां बहुतकरून मळसूत्राचा उपयोग करितात.

मळसूत्रांत दोन भाग असतात, एक खिळा म्हणजे नर व एक घर म्हणजे मादी. ज्या दांड्या ... न शि... करवे वाटोळे चढून जात असतात, तो खिळा आणि ... विती ज्या तुकड्यांत तो खिळा ... वेकच फिरत असतो तें मळसूत्राचें घर. ... त्या- ... त- ... आ-



सिद्धपदार्थविज्ञान.

६५ मळसूत्राची यांत्रिकशक्ति काढणें झाल्यास पुढील प्रमाण करावें.

दांड्याचे प्रदक्षिणेचे घेराचीलांबी* : मळसूत्राचे एक्या करव्याची रुंदीस :: वजनास : शक्ति

$$\therefore \text{शक्ति} = \frac{\text{वजन} \times \text{करव्याची रुंदी.}}{\text{दांड्याचे प्रदक्षिणेचा घेर.}}$$

$$\text{वजन} = \frac{\text{शक्ति} \times \text{दांड्याचे प्रदक्षिणेचा घेर.}}{\text{करव्याची रुंदी.}}$$

उदाहरण, जर एक इंच लांबीचे मळसूत्रांत दाहा आहेत आणि मळसूत्राच्या दांड्याची लांबी दोन इंच र २५१ मनुष्यांचा भार घालावयास मळसूत्राचे हे किती मनुष्यें लावावीं.

एका करव्याची रुंदी $= \frac{१}{१०} = ०\cdot१$

दांड्याचा घेर $२ \times ६\cdot२८ = १२\cdot५६$

शक्ति $= \frac{२५१ \times ०\cdot१}{१२\cdot५६} =$ सुमारें २ मनुष्यें हे उत्तर.

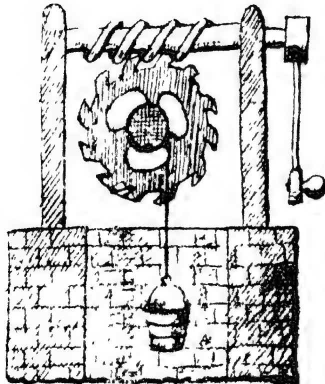
---

* त्रिज्येचे सरासरी सवा साहापट (अथवा ६·२८ पट) परिघ असतो.

मळसूत्र.

सर्व तऱ्हेचीं भार घालण्याचीं यंत्रें या मळसूत्राच्या आधारानें केलेलीं असतात. एकाच चक्राचे दात्यांत जेव्हां मळसूत्राचे करवे फिरत असतात तेव्हां त्यास अनंतमळसूत्र असें म्हणतात.

अनंतमळसूत्राची आकृति खालीं दाखविली आहे. याच्या योगानें पाहिजे तेवढें मोठे वजन पाहिजे तेवढ्या हलक्या जोरानें पाहिजे तितकें वर नेतां येतें. दोरीमात्र पुरेशी लांब पाहिजे.



सिद्धपदार्थविज्ञान.

६८ मागें ज्या यांत्रिकशक्ति सांगितल्या त्यांचे सिद्धांतांत घर्षणाविषयीं विचार केला नाहीं. पदार्थांचे गतीस शेजारचे पदार्थांपासून जो प्रतिबंध होतो त्यास घर्षण म्हणतात. यांत्रिकशक्तीचे हिसाब करितांना घर्षणाबद्दल शक्तीचा त्रितीयांश आणखी धरण्याची चाल आहे. या त्रितीयांशांत घर्षण आणि यंत्रांचे गतीस येणारे दुसरे सर्व तऱ्हेचे अडथळे आले आहेत असें मानितात.

जर एक वजन उचलण्यास नऊ शेरांची शक्ति लागेल तर घर्षण वगैरे सर्व तऱ्हेचे प्रतिबंधाबद्दल बारा शेरांची शक्ति धरली म्हणजे काम होतें.

ज्या जागेवर पदार्थ चलन पावत असतो तिजवर चलनामुळें पदार्थ घांसून घर्षण उत्पन्न होतें. घाटावरून खालीं उतरतांना गाडी लवकर सरकून जाऊं नये म्हणून तिचे चाकास खीळ बांधीत असतात त्यामुळें घर्षण वाढून गाडी उतरणीवरून सरकत नाहीं. सर्व पदार्थांपासून सारखें घर्षण होत नाहीं. उदाहरण,

घर्षण.

खडींतून अथवा रेतींतून गाडी नेण्यास जेवढें कठीण पडतें तेवढें गुळगुळीत सडकेवरून नेण्यास कठीण पडत नाहीं. घर्षणाविषयीं पुढील नियम लक्षांत ठेवावे.

पहिला नियम. कठीण पदार्थांत घर्षण हें सर्वदा सारखें प्रतिबंधक आहे. या पदार्थांचे चलन वेगांत अंतर पडल्यामुळें घर्षणांत अंतर पडत नाहीं.

दुसरा नियम, पदार्थांचें वजन वाढलें म्हणजे घर्षण वाहाडतें, परंतु जितकेपट वजन वाढतें तितकेपट घर्षण वाढत नाहीं.

तिसरा नियम, घर्षणभाग जेवढा कमी असे तेवढें घर्षण कमी असतें.

यांत्रिकशक्तिविषयीं एक ध्यानांत ठेवण्याजोगी गोष्ट.

७० थोडा काळ आणि थोडी शक्ति या दोहोंच्या योगानें मोठें काम होत नाहीं, परंतु यांत्रिकशक्तीनें जर मोठें काम होत असलें तर तें होण्यास काळ अधिक लागतो म्हणून काळ साधला तर शक्ति जाते आणि शक्ति साधली तर काळ जातो.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

मागील विषयांवर कांहीं प्रश्न.

१ चंद्रापेक्षां पृथ्वीमध्यें ७२ पट अधिक प्रकृत्यंश आहेन आणि पृथ्वीपासून चंद्र २४०००० मैल दूर आहे. तेव्हां या दोघांचा गुरुत्वमध्य पृथ्वीमध्यापासून किती अंतरावर होईल?

उत्तर, ३२८७ $\frac{२}{३}$ मैल.

२ पृथ्वीचे पृष्ठभागावर म्हणजे पृथ्वीचे मध्यकेंद्रापासून ४००० मैलांवर एका सेकंदांत पदार्थ १६ फूट खालीं येतो, तेव्हां तोच पदार्थ चंद्रा इतका वर नेला असतां एका सेकंदांत किती खालीं येईल?

उत्तर, $\frac{४}{७५}$ इंच.

एके किल्याचे तटावरून धोंडा लोटला तो ४$\frac{१}{२}$ सेकंदांत तळास येऊन पोंचला, तेव्हां तटाची उंची किती आहे सांग.

उत्तर, ३२४ फूट.

पांच शेरांचा गोळा ८ सेकंदांत ४८ फूट लांब गेला, त्याचें चालकत्व किती?

उत्तर, ३० शेर.

मागील विषयांवर कांहीं प्रश्न.

५ तोफेंतून गोळा बाहेर निघाला तो दोन सेकंदांत १०० फूट वर गेला. तेव्हां तो आरंभीं किती वेगानें बाहेर पडला?

उत्तर, ८२ वेगानें.

६ एक काठी एकवीस हात लांब आहे, ती चे दोन टोकांस दोन वजनें बांधलीं आहेत, एक वजन एकमण आहे. आणि दुसरें वजन पांचशेर आहे. आतां या काठीस टेंकू कोठें दिला असतां तीं दोन्हीं वजनें समतोल राहातील?

उत्तर, मोठेवजनाचेटोकापासून २ १/३ फू.

७ आम्ही वाण्याकडे कांहीं गुळ विकत घेण्याकरितां गेलों, आणि वाण्यानें एका पारड्यांत दाहाशेर गुळ जोखला, परंतु त्यानें तोलण्यांत कांही लबाडी केली असावी असा मनांत संश य येऊन त्यास तराजूचे पासंग करण्यास सांगितलें, उ पाहातो तों तराजू खुले पारड्यांनीं बराबर समतोल पुढें कल्पना चालेना म्हणून त्यास सहज सांगितलें: तूं तोच गूळ पूर्वी ज्या पारड्यांत घातला होता त्यांत को, दुसऱ्यांत घाल. मग असें त्यानें करतांच तो गूळ ५ शेर भरला. तेव्हां हें कसें झालें तें सांग, आणि त्या गुळा स्तवीक वजन किती, १० किंवा ५ तें सांग.

उत्तर, तराजूच्या दांड्यासारख्या नवत्या गुळाचे वजन

सिद्धपदार्थविज्ञान.

८ अचलकप्पीपासून यांत्रिकशक्तीचा कांहींच लाभ हे त नाहीं, तर दुसरा कोणता लाभ होतो तो सांग.

उत्तर.

९. एका मनुष्यास तीन मनुष्यांचें ओझें उचलावयाचें आहे तर कप्प्या कोणते तऱ्हेनें व किती लाविल्या असतां हें काम होईल तें सांग.

उत्तर.

१० एक मोठें लठ्ठ आणि ऐंशीं हात लांब असें लांकूड पडलें होतें. त्याचें वजन करावें असा हेतू धरून चार मनुष्यें मिळवून त्यांनी मोठे प्रयासानें त्याचे खालची माती काढली. परंतु एके ठिकाणीं एक मोठा धोंडा लागला तो कांहीं केल्याने ना येईना, आणि पाहातात तों त्यावर तें लांकूड डळमळूं, तेव्हां त्या लांकडाचें एक टोंक दाबून धरून मोठा श्रम तो धोंडा मगामरी चार बोटें एके टोंकाकडे सारला. या योगानें तें लांकूड डळमळेनासें झालें. पुढें सहज आ - वार असामी त्या लांकडावर चढून उचललेल्ये टोंकाकडे लागले। तेव्हांसुमारें टेकूपासून चाळीस हात लांब पर्यंत पां- यावर तें लांकूड फिरून डळमळूं लागलें. एवढ्यावरून - आमचे मंडळींत एक शाहाणा गृहस्थ होता त्याणें त्या लांक-

मागील विषयांवर कांही प्रश्न.

डाचे वजनाचा सुमार केला, तेव्हां तो कसा केला व तें व -
जन किती तें सांग.

उत्तर, एक मनुष्य २ मण धरिलें तर लांकडाचें वजन १६ खं॰

११ आंदोलक ९ इंच लांब असल्यास एका मिन्युटांत
किती हेलकावे खाईल?

उत्तर,

१२ एक पांच शेराचा गोळा १० वेगानें चालला आहे,
त्यास दोन शेरांच्या गोळ्यानें फटकारा मारून बंद पाडण्या -
चा आहे तर तो किती जोरानें व किती वेगानें फेकावा तें
सांग.

उत्तर, शेर वजनाचा गोळा २९ वेगानें फेंकला.

१३ वीस लांबीस दोन उतार या प्रमाणें उतरण -
वरून १० मण ओझें लादलेली गाडी चढून जात
त्या ओझ्या पैकीं बैलांचा आंगावर किती मण उ
तें सांग.

उत्तर, १ मण.

१४ एका मळसूत्राच्या योगानें कांहीं दाब घालण्य
होता, तेव्हां तें यंत्र फिरविण्यास पांच हात लांब दां
ऊन एक मनुष्य फिरवूं लागला. मळसूत्राचे धारेचे

सिद्धपदार्थविज्ञान.

एके हातांत २४ झाले होते. तेव्हां दाब किती घातला गेला?

उत्तर,

प्रवाहीपदार्थांचे धर्म.

७१ ज्या शास्त्रांत प्रवाही पदार्थांचें चलन, स्थिति, यांत्रिक धर्म, यां विषयीं सांगितलें असतें त्यास प्रवाही पदार्थशास्त्र म्हणावें.

या शास्त्राचे दोन भाग आहेत, स्थिर प्रवाही पदार्थशास्त्र आणि चर प्रवाही पदार्थशास्त्र.

प्रवाही पदार्थ स्थिर असून त्यांचे भारानें जीं कार्यें होतात त्यांविषयीं ज्यांत सांगितलें असतें त्यास स्थिर प्रवाही पदार्थशास्त्र म्हणतात, आणि तेच व्यापार प्रवाही पदार्थ चलनावस्थेंत असतांना होतात, त्याजविषयीं ज्यांत सांगितलें असतें त्यास चर प्रवाही शास्त्र म्हणतात.

७२ प्रवाही पदार्थांचे परमाणुमध्यें स्नेहकर्षण फार कमी असतें, म्हणून एकमेकांमध्यें पाहिजे तसें सरकतां येतें.

याच कारणास्तव प्रवाही पदार्थांत एक अप्रवाही घट्ट पदार्थ घातला तर तो प्रवाही पदार्थ आपण एकीकडे होऊन त्यास आपणांत शिरकूं देतो. प्रवाही पदार्थांतून एक भाग उचलून घेतला तर त्या मागून सर्व प्रवाही उचलत नाहीं, आणि घट्ट पदार्थांचे एके भागाबरोबर सर्व पदार्थ येतो.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

यावरून प्रवाही पदार्थास स्नेहाकर्षण फार कमी आहे
सें सिद्ध होतें. पातळ पदार्थ अल्पदार्ढ्य आहेत हें सर्वांस ठाउ
क आहे.

७३ प्रवाहीपदार्थ दोन प्रकारचे आहेत. असं
कोच्य प्रवाही आणि संकोच्यप्रवाही, पाणी, तेल
पारा इत्यादि असंकोच्य प्रवाही, आणि हवा, पा
ण्याची वाफ इत्यादि हें संकोच्य प्रवाही.*

७४ पदार्थांचे तीन अवस्थांचें कारण उष्णता
आहे फार कमी उष्णतेनें म्हणजे थंडीनें पदार्थ
घट्ट होतो. जसें पाण्याचें बर्फ. फार अधिक उष्ण
तेनें पदार्थ वायुरूपी होतो. जशी पाण्याची वाफ

१ इतर पदार्थांप्रमाणें प्रवाही पदार्थांवर
चाकर्षणाचा व्यापार लागू आहे, परंतु त्यां
पातळप[illegible]मुळें त्यांमध्यें कांहीं चमत्कारिक
उत्पन्न होता[illegible] घट्टपदार्थांत स्नेहाकर्षणा

* वास्तवीकपणाचें पाहूं गेलें असं
होतें, परंतु पातळ पदार्थांचें संकोच
थन नाहीं यास्तव त्यांस असंकोच्य प्रवा

सर्वप्रवाही संकोच्य आहेत असें
तकें थोडें होतें की तें सहज लक्षां
म्हणण्याची चाल पडली आहे

मुळें प्रकृत्यंश जमून एक होतात, आणि सर्व प्रकृत्यंशांचें वजन एका बिंदूंत (गुरुत्वमध्यांत) आलेंसें होतें, परंतु पातळ पदार्थांत प्रकृत्यंश स्वतंत्रतेनें निरनिराळें गुरुत्व पावत असतात.

७६ प्रवाही पदार्थांचा दाब अथवा त्यांचा लोट वरचे, खालचे, बाजूचे, अशा सर्व दिशांकडे चालू आहे.

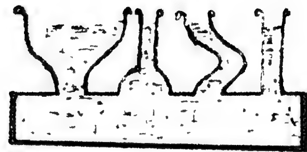
जर प्रवाह्याचें आंगीं कडेकडचा लोट नसता तर जलादिकें करून भरलेल्या पात्राचे कडेस भोंक पाडिलें असतां त्यांतून तें बाहेर न निघतें. जर प्रवाह्याचे आंगीं उर्ध्व प्रवण लोट नसता तर त्यांत दोन्ही तोंडांस उघडी अशी नळी उभी घातली असतां त्यांत प्रवाही पदार्थ न शिरता, उर्ध्व लोट नसता तर आपण जीं कारंजीं उडवितों तीं न उडतीं. प्रवाह्यांचा अधः प्रवण लोट स्वाभाविकच आहे.

७७ भांड्यांत जर प्रवाही पदार्थ ठेविला तर त्याचा वरचा भाग क्षितिजाशीं समांतर राहातो. तसेंच अनेक पात्रांत जर प्रवाही पदार्थ भरला आणि त्या पात्रांचे खालचे बाजूनें प्रवाही पदार्थास

प्रवाहीपदार्थांचेधर्म.

एकमेकांतून एकमेकांत शिरावयास वाट दिली तर त्या सर्व भांड्यांत प्रवाही पदार्थांचा पृष्ठभाग सारख्या पातळीवर राहातो.

पुढें आकृति काढली आहे यांत निरनिराळे तऱ्हेच्या नळ्या आहेत त्यांतून एकींत जर पाणी ओतलें तर तें सारख्या उंचीनें सर्वांत चढतें. यावरून ही गोष्ट उघड दिसतें कीं, भांड्याचे रुंदीवर पाण्याचे उंचीचें कांहीं प्रमाण नाहीं.

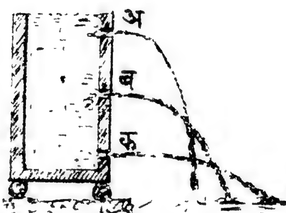


७८ प्रवाही पदार्थांचा भार अथवा दाब उंचीचे प्रमाणांत असतो. यामुळें प्रवाही पदार्थांत [illegible] सारखे खोलीचे भाग सारखे भारानें दाबले जातात. त्याच प्रमाणें भांड्याचे नळाचे अथवा बाजूचे कोणतेही भागावरील प्रवाही पदार्थाचा भार त्या भागावर प्रवाहीपदार्थ जितका उंच असेल त्या उंचीचे प्रमाणांत असतो.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

हा नियम समजल्यापासून आपणास पुष्कळ लाभ होतात. नळ बांधणें, धरण बांधणें, खोल उस्वास बांधणें, तर ते किती जोराचे बांधावे हें जाणतां येतें.

प्रवाही पदार्थांचा भार आणि वजन यांत इतका भेद आहे कीं, वजन महत्वाचे प्रमाणांत असतें, आणि भार उंचीचे प्रमाणांत असतो. पदार्थाचा लोट त्यांवरील भाराचे प्रमाणांत असतो.

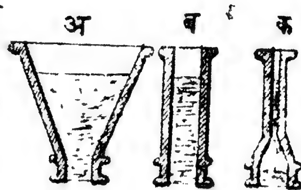


जर पाण्यानें भरलेले एका पंचपात्राचे बाजूस अ, ब, क, हीं तीन छिद्रें आहेत तर, वरचे छिद्रांतून जेवढे जोरानें पाणी निघतें तेवढ्यापेक्षां मधले छिद्रांतून अधिक जोरानें निघतें, आणि खालचे छिद्रांतून फारजोरानें बाहेर पडतें. कारण, त्यावरील पाणी फारच उंच आहे.

७९ भांड्याचे नळावर जो भार येतो, त्याशीं आणि पाण्याचे वजनाशीं कांहीं संबध नाहीं. नळाचें क्षेत्रफळ गुणिलें पाण्याचे उंचीनें याचे प्रमाणांत नळावरील भार आहे. याच प्रमाणें

सिद्धपदार्थविज्ञान.

प्रवाहीपदार्थ धरणारे भांड्याचे कोणतेही भागावरील प्रवाही पदार्थाचा दाब त्या भागाचें क्षेत्रफळ गुणिलें त्या भागावरील पाण्याचे उंचीनें य चे प्रमाणांत आहे.



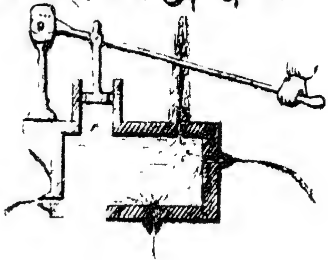
या तीन तऱ्हांचे आकृतीचे भांड्यांत एकाचें तोंड पसरट आहे, आणि एकाचें फार बारीक आहे, तरी जर या तिहींचे नळ सारखे आहेत, आणि त्या तिहींत जर पाणी सारखे उंचीचें आहे, तर नळावरील भार सर्वांत सारखा होईल. यावरून ही गोष्ट सिद्ध आहे कीं जर नळावरील भार गणित करून काढण्याचा आहे तर नळा इतकें रुंद आणि उंची इतके उंच सारखे पंचपात्रांतील पाण्या इतकें वजना इतका नळावर भार पडेल.

याचप्रमाणें भांड्याचे कोणतेही भागावरील भार (अथवा दाब) गणित करून काढतां येतो.

प्रवाही पदार्थांचा दुसरा असा एक चमत्कार आहे कीं, जर प्रवाही पदार्थावर कोणते ा बाजूनें कांहीं भार घा-

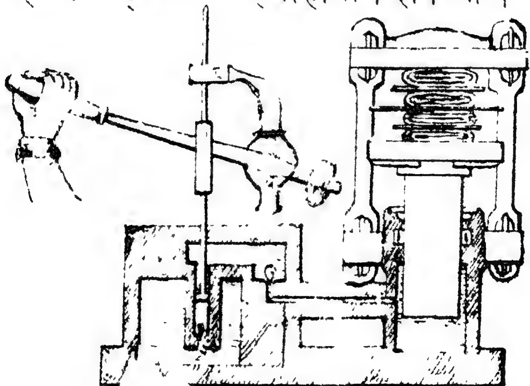
प्रवाहीपदार्थांचेधर्म.

तला तर तो सर्व दिशांकडे लागू होतो, आणखी असें आहे कीं ज्या दिशेकडे लागू होतो तें आंग जेवढें मोठें असेल तेवढा अधिक होतो. ही गोष्ट चांगली समजण्या करितां पुढील उदाहरण दिलें आहे. जर अ ब भां



ड्यांचें अ तोंड एक चौरस इंच रुंद आहे, आणि ब तळ १०० चौरस इंच रुंद आहे. तर अ तोंडावर एक शेरचा भार घातला तर ब तळा वर १०० शेरांचा दाब घातल्या प्रमाणें होतें.

५८ या नियमावरून बाहामा साहेबानें जें यंत्र केलें आहे त्यास बाहामा प्रेस (बाहामाचे दाबण्याचें



सिद्धपदार्थविज्ञान.

यंत्र) असें म्हणतात तें यंत्र मागील पृष्ठीं दाखविलें आ
यांत प त हें एक पंचपात्र आहे, आणि त्यांत द हा ए
क घट्ट द्रव्या वर खालीं खेळे असा घातला आहे. त्या पं
पात्राच्या खालून न नळीचें टोंक आंत जात आहे आणि
हिचें दुसरें टोंक ड बंबांत गेलें आहे. या बंबांत क
द्रव्या आहे तो वर खालीं फिरूं लागला म्हणजे इ द्वारा
वाटे पाणी वर येऊन न नळींतून प त पंचपात्रांत
जातें आणि त्यांतील द्रव्यास वर उचलितें. आतां जर
बंबाची जाडी १ इंच असली आणि पंचपात्र १० इंच
रुंदीचें असलें तर बंबाचे द्रव्यावर एक शेर भार घात
त्यानें पंचपात्रांतील द्रव्या १०० शेरांचे जोरानें वर उच
लतो, आणि वरले बाजूस फ ठिकाणीं पदार्थ ठेविले आहेत
ते दबले जातात.

विशिष्टगुरुत्व.

८० सारखे महत्वाचे पदार्थ घेऊन त्यांचें वजनाचें जें प्रमाण निघतें त्यास विशिष्ट गुरुत्व अथवा प्रमाण गुरुत्व म्हणतात. प्रवाही व अप्रवाही पदार्थांचें प्रमाण गुरुत्व काढण्यास ६० अंश उष्णतेचें पाणी घेतात. वायुरूपी पदार्थांचें प्रमाणगुरुत्व काढण्यास ६० अंश उष्णतेची व ३०.इंच भाराची हवा घेतात. एक घनफूट पाण्याचें वजन १००० अवार्ड्युपाईस औंस आहे. १००० अ० औंस म्हणजे सुमारें २३१५ तोळे होतात.

जर एक फूट पाणी १००० औंस वजनांत येतें, आणि एक घनफूट लोखंड ७५०० औंस वजनांत येतें तर त्या लोखंडाचें विशिष्ट गुरुत्व अथवा प्रमाण गुरुत्व $\frac{७५००}{१०००}$ = ७५ इतकें आहे असें समजावें.

विशिष्टगुरुत्व काढण्याचे मुख्य

नियम.

जर अप्रवाही पदार्थ पाण्यापेक्षां जड

सिद्धपदार्थविज्ञान.

असला तर— त्या पदार्थास एकदां हवेंत तोलावे आणि एकदां पाण्यांत तोलावें. मग त्या दोन तोलनांचे अंतरानें पदार्थाचे हवेंतील वजनास भागावें, भागाकार येईल तो त्या पदार्थाचें विशिष्टगुरुत्व दाखवील.

जर अप्रवाहीपदार्थ पाण्यापेक्षां हलका असला तर— त्यास एक जड धातूचा तुकडा बांधून तो पाण्यांत बुडेसा करावा. नंतर हलके पदार्थाचे हवेंतील वजनास धातूचे तुकड्याचें पाण्यांतील वजन मिळवावें, आणि त्या बेरजेंतून दोघांचें पाण्यांतलें वजन वजा करावें. बाकी राहील तिनें हलके पदार्थाचे हवेंतील वजनास भागावें. भागाकार येईल तो प्रमाणगुरुत्व दाखवील.

८१ जर पदार्थ प्रवाही असला तर एका नियमित पात्रांत पाणी व तो पदार्थ वेगळे वेगळे घालून त्यापासून त्याची वेगवेगळीं शुद्ध वजनें काढावीं, आणि पदार्थाचे वजनास पाण्याचे वजनानें भागावें तो भागाकार विशिष्टगुरुत्व दाखवील.

पुढील कोष्टकांत कित्येक पदार्थांचीं प्रमा-

विशिष्टगुरुत्व.

णगुरुत्वें दिलीं आहेत, यांत पाणी १००० अंश धरलें आहे

धातू.		पाषाणमृत्तिका इत्यादि.	
जस्त, - - - -	७१९०	वीट. - - - -	२०००
लोखंड, - - -	७७८८	गंधक. - - - -	२०३३
पितळ, - - - -	८३९५	साधारण धोंडा. -	२५२०
तांबें, - - - -	८७८८	कांचपांढरी. - -	२८९२
सिसें ओतीव, - -	११३५२	स्लेट. - - - -	२६७२
पारा, - - - -	१३५६८	संगमरवरी धोंडा.	२७४२
रुपें ओतीव, - -	१०४७४	खडू. - - - -	२७८४
शुद्ध सोनें, - -	१९३६१	होन म्हणजे निसणा	२८७६
प्लाटिनम, - - -	२१०४१	चुनखडा. - - -	३१७९

प्रवाही पदार्थ.			
पृथ्वीचा पृष्ठभागा जवळची हवा,	१ २/७	मेण. - - - -	८९७
पाणी स्वच्छ. - -	१०००	हस्तिदंत. - - -	१८२२
खारें पाणी - - -	१०२८	**लांकडें.**	
तेल - - - -	९२०	कार्क,	२४६
		आक्रोड,	६७१

विशिष्टगुरुत्व.

सागवान,	७४५
देवदार,	५६०
शिसव,	१३३१

वायुरूपीपदार्थ.

यांचें विशिष्टगुरुत्व हे वरशीं सांगितलेलें आहे.

हवा,	१.००
क्यार्बान,	०.४२
पाण्याची वाफ,	०.४८
आक्सिजन,	१.११
हैड्रोजन,	०.०७

पदार्थाचें महत्व परिमाण समजलें असतां याकोष्टकापासून त्याचें वजन काढतां येतें, आणि वजन समजलें असतां परिमाण काढतां येतें.

$$(\text{औंसांत})\ \text{वजन} = \text{घनमूळ} \times \text{विशिष्टगुरुत्व}.$$

$$\text{घनफूट} = \frac{\text{वजन (औंसांत)}}{\text{विशिष्टगुरुत्व}}$$

८२ पदार्थ जर पाण्यांत तरतो आहे तर त्याचें विशिष्टगुरुत्व पाण्यापेक्षां कमी आहे. जर बुडतो आहे, तर अधिक आहे. पदार्थ जेव्हां पाण्यांत तरतो तेव्हां आपले वजनाइतकें पाणी एकीकडे सारतो, परंतु जेव्हां बुडतो तेव्हां आपलें आकृति इतकें पाणी एकीकडे सारतो. पदार्थ जेव्हां

प्रवाहीपदार्थांचे धर्म.

पाण्यांत तरतो तेव्हां त्याचें वजन नाहींसें झाल्या प्रमाणें होतें, परंतु जेव्हां बुडतो तेव्हां त्याचें पाण्यांतील वजन एकीकडे सारलेल्या पाण्याचे इतकें कमी होतें.

हलकापदार्थ पाण्यांत तरतो, हलका पदार्थ पाण्यावर तरत असतांना आपले वजनानें पाण्यात कांहीं बुडतो. त्या बुडण्यानें जें पाणी एकीकडे सरतें त्यावर खालचे पाण्याचा उर्ध्वप्रवण लोट पूर्वी जेवढा होता तेवढाच आतां पदार्थावर आहे, तेव्हां पदार्थाचा भार व एकीकडे सरलेलें पाणी यांचें वजन एक सारखेंच आहे, कारण हीं दोन्हीं खालचे लोटाची बरोबरी करितात. पदार्थ पाण्यांत बुडाले म्हणजे ते आपले आकृती इतकें पाणी एकीकडे सारतात. तेव्हां जें पाणी एकीकडे सरतें त्याचे वजना इतका पदार्थावर खालून वर दाब बसतो, त्या मुळें पदार्थाचें तेवढें वजन कमी झालेंसें दिसतें.

८३ पदार्थ पाण्यावर तरत असतां त्याचा गुरुत्वमध्य जेवढा पाण्यांत अधिक खालीं असतो तेवढा तो पदार्थ अधिक स्थिरतेनें तरतो.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

प्रवाहशास्त्र.

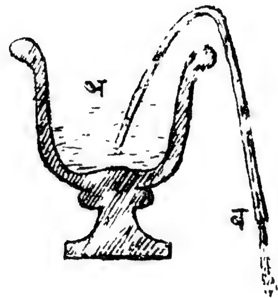
८४ पातळ पदार्थाचा जेव्हां प्रवाह चालला असतो तेव्हां जो त्याचा वेग आणि जोर असतो त्यांजविषयीं ज्यांत सांगितलें असतें त्यास प्रवाह शास्त्र म्हणावें. या शास्त्रांत पाण्याचे रहाट, यंत्रे, पानचक्की, बंब, कारंजीं इत्यादि सर्व यंत्रांची उपपत्ती केली आहे.

८५ पाण्यास तीन तऱ्हांनीं गति देतां येते. त्याचे गुरुत्वानें म्हणजे पाण्यास वरून खालीं येण्यास वाट दिल्यानें गति उत्पन्न होते. हवेचा दाब वाढला तर त्यास गति उत्पन्न होते. अथवा हवेचा भार काढून त्यास मूळ पातळीचे वर उचलतां येतें.

८६ सेफन अथवा वांकिवलेली नळी. या नळीचे दोन टोंकांतून एक टोंक लांब असते. हिचे आखूड टोंक पाण्यांत घालून लांब टोंकानें पाहिजे तेवढें पाणी बाहेर काढतां येतें. जेथें पाण्यास खालून नेतां येत नाहीं; परंतु वरून न्यावयाचें

असतें, त्या ठिकाणीं या नळीचा उपयोग क-रितात.

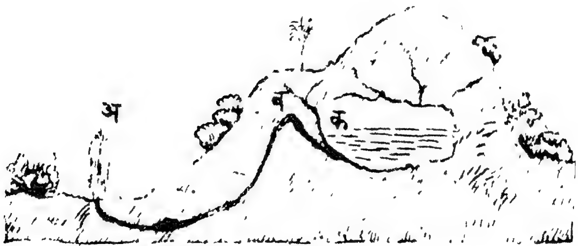
हें यंत्र चालू करण्याची अशी रीति आहे कीं, प-हिल्यानें अ ब नळी पाण्यानें भरून तिचे दोन्ही टोंकां-वर बोटें ठेवून ओरवूड अ टोंक ज्या भांड्यांतून पाणी काढण्याचें आहे त्यांत घा-लावें, आणि दोन्ही बोटें सो-डावीं, म्हणजे बाहेरचे लांब ब टोंकांतून पहिल्यानें आ-पले भारानें आणि नंतर ह-वेचे दाबानें पाणी बाहेर प-डूं लागतें. आकृति बाजूस लिहिलीती पाहा.



कदाचित् कझरे. असे प्रकारचे झरे या से-फनाच्या योगानें झालेले असतात. खालीं आकृति काढ-ली आहे तिजवर लक्ष्य द्यावें. यांत डोंगराचा नकाशा का-ढला आहे. डोंगराच्या पोटांत एक जलसमुच्चयाची जागा आहे. तींतून सेफनाकृति एक अ, ब, क, झ-रा पाण्यास बाहेर नेत आहे. आतां हा बाहेर नेणारा

सिद्धपदार्थविज्ञान.

झरा जर आंत आणणारे झऱ्यांपेक्षां मोठा असला तर तो चालू झाला असतां समुच्चयांतील पाणी लागलें च नाहींसें करील कां कीं, भरणारे झरे लहान म्हणून त्यांस तो समुच्चय भरण्यास वेळ लागतो. यास्तव अ, ब, क, कांहीं वेळ बंद राहील व कांहीं वेळ चालू असेल हें सिद्ध आहे. या समुच्चयांतलें पाणी सैफनाच्या ब स्थळा इतकें जमल्या शिवाय अ झरा चालू होणा नाहीं. राजापूरची गंगा याच प्रमाणें येत असेल?



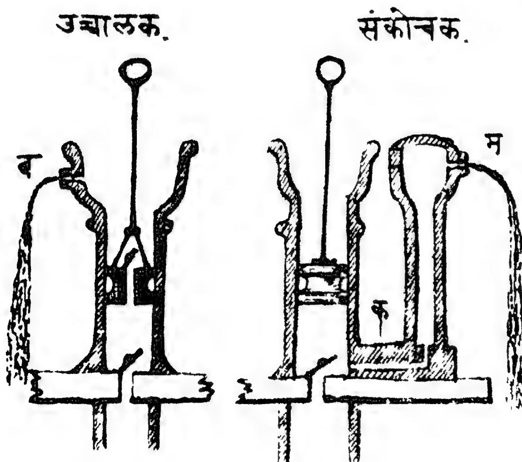
८७ वर पाण्याचा सांठा असला म्हणजे त्यां तून नळांचे योगानें खालीं पाहिजे तिकडे पाणी नेतां येतें. पाणी आपली समता राखण्याचा य त्न नेहमी करीत असतें, यामुळें एका डोंगरा वरचें पाणी दुसऱ्या डोंगरावर नेतां येतें. याच

प्रवाही पदार्थांचे धर्म.

कारणामुळें पाण्याचा उस्वास जेवढा उंच असतो तेवढें कारंजें उंच उडतें.

८८ साधारणबंब. एका नळींत एक दट्या वर खालीं फिरण्याजोगा असतो, आणि नळीचे खा- लचे बाजूस उघडतीं झांकणें असतात. त्याचें व दट्याचे योगानें पाणी पाहिजे तेवढें वर नेतां येतें. बंब दोन प्रकारचे आहेत. एक शोषक उच्चालक बं- ब, आणि दुसरा संकोचक बंब

खालीं दोन आकृति काढल्या आहेत त्यांत एक उच्चा- लकाची आहे, आणि एक संकोचकाची आहे. उच्चालकांतील



सिद्धपदार्थविज्ञान.

खालचें पाणी वर चढून दट्यांतून वर येऊन ब ठिकाणांतून बाहेर पडतें. संकोचकाचें पाणी खालून वर येतें आणि क नळींत शिरून म ठिकाणांतून बाहेर निघतें. या यंत्राचा व्यापार या प्रमाणें चालू होतो. आतां अशी कल्पना करावी कीं, दट्ये नळीचे बुडास जाऊन पोंचले आहेत; आतां जेव्हां त्यांस वर उचलावें तेव्हां हवेचे बाहेरील दाबानें पाणी खालचे झांकणास उघडून नळींत शिरून नळी भर होतें. आतां दट्या फिरून खालीं जाऊं लागला म्हणजे वरील भारामुळें नळी खालचें झांकण बंद होतें, आणि दट्याचे वर अथवा क नळीचें द्वार उघडतें आणि दट्याचे वर अथवा क नळींत पाणी शिरतें आणि पाहिजे तेवढे वर जाऊन ब अथवा म द्वारानें बाहेर येतें.

८९ बंबाचे योगानें विहिरींतलें पाणी नळींत उचलतां येतें, परंतु ३० किंवा ३२ फुटींवर उचलत नाहीं.

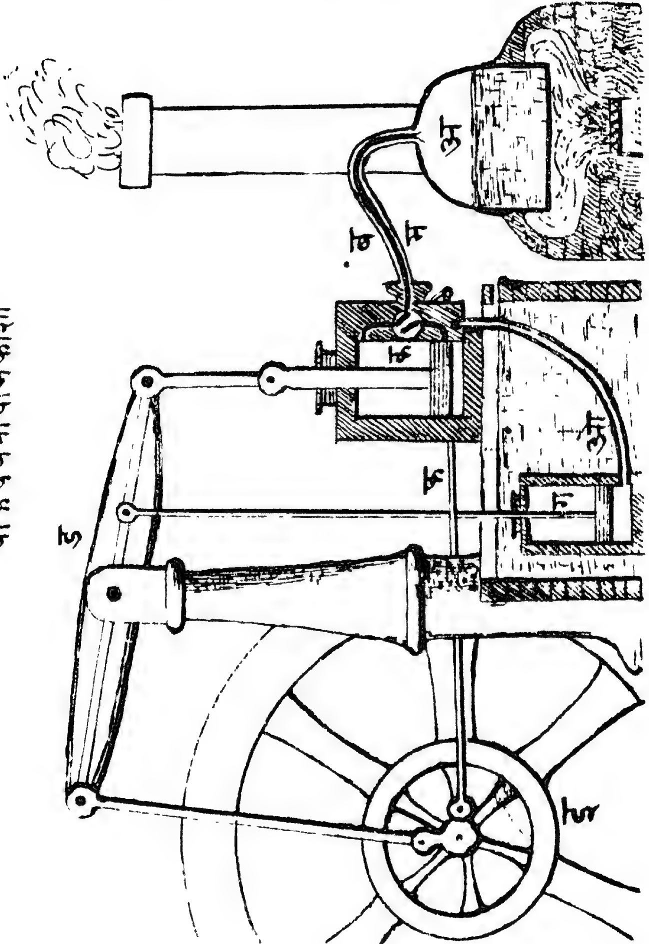
कारण, बाहेरचे हवेचे भारानें पाणी नळींत वर जातें. बाहेरचे हवेचा भार पाण्याचे ३२ फुटांवर नाहीं.

९० वाफेचें यंत्र. पाण्याचे वाफेचे जोरानें जें यंत्र चा-

वाफेचें यंत्र.

लतें त्यास म्हणतात. एकापात्रांत (इं० बैलर) पाण्याची वाफ करून ती एक पंचपात्रांत (इं० सिलिंदर) नेली असते, त्या पंचपात्रांत एक दट्या (इं० पिसन) असतो तो वाफेच्या जोरानें वर खालीं होत असतो. या दड्याच्या बाहेर आलेला दांडा एका तुळईस लावलेला असतो, आणि या तुळईचें दुसरें टोंक एका दांड्यानें एका चक्रास (इं० फ्लाईगव्हील) सांधलेलें असतें. वाफेचे जोरानें पंचपात्रांतील दट्या वर खालीं जाऊं लागला म्हणजे त्यामुळें चक्र फिरूं लागतें, आणि हें चक्र दुसऱ्या पाहिजे त्या यंत्रास गति देतें.

या यंत्राचा कांहींसा बोध व्हावा म्हणून पुढील दृष्टांत आकृति काढिली आहे ती पाहावी.



वाफेचेंयंत्रचालनकाहा

वाफेचेंयंत्र.

या आकृतींत अ हा पाणी तापविण्याचा हांडा आहे. त्यांत खालच्या अग्नीमुळें पाणी तापून त्याची वाफ होते, ती ब नळीचे वाटे क पंचपात्रांत जाते, आणि या पात्रांतील दट्यास वर खालीं सारूं लागतें, त्यामुळें ड तुला वर खालीं होते, आणि त्यामुळें इ चक्र फिरूं लागतें; ह्या चक्रास फ ही केंद्रबाह्य पट्टी लाविली असते, ती म दांड्यास पाडीमागें पुढें सारून ब नळींतून क पात्रांत जाण्याचें वाफेचें एकदां वरचें व एकदां खालचें तोंड उघडें व बंद करिते. ग ह्या पात्रांत निष्कामी वाफेचें पाणी होतें; कारण हें पात्र पाण्यानें सभोंवर वेष्टिलेलें असतें. वाफेचें झालेलें पाणी ओ दट्यानें बाहेर निघतें. हें यंत्र एथें पुरतें दाखविलें नाहीं, परंतु शिकणारांची शिकण्याची मर्जी असल्यास त्यांनीं या विषयावरील मोठाले ग्रंथ पाहावे.

या यंत्राचे योगानें फार चमत्कारिक कामें झालीं आहेत. वाफेचें जहाज अथवा आगबोट, वाफेच्या गाड्या इत्यादि वारा अथवा जनावरें या शिवाय चालतात. टांकसाळींत व इतर दुसऱ्या मोठाले कारखान्यांत या यंत्राचा फारच उपयोग पडतो. शिकणारांनीं हें यंत्र व याचा उपयोग कसा करावा. तें चांगलें समजून घ्यावें.

भिन्नपदार्थविज्ञान.

९१ संकोच पावणारे असे जे वायुरूपी पदार्थ, त्यांची संकोच्यता, वजन, दृढता, स्थितिस्थापकत्व, इ० ज्यामध्यें सांगितलीं असतात, त्यास वायुधर्मशास्त्र असें म्हणावें.

९२ पृथ्वी सभोवतीं वायूचें वेष्टन आहे. तो जमिनीपासून सुमारें ५० मैलांपर्यंत उंच आहे. पुढें निर्वातप्रदेश अथवा आकाश आहे. वायु व त्यांतील ढग, धुकीं, इ० मिळून जें सर्व कांहीं त्यास हवा असें म्हणतात.

हा वायु दोन वायूंचे मिश्रणानें झाला आहे. त्यांतून एकास नैत्रोजन आणि दुसऱ्यास आक्सिजन म्हणतात. वायूचे १०० भागांत आक्सिजन २० भाग आहे, आणि नैत्रोजन ८० भाग आहे. आणखी यांत कांहीं पाण्याची वाफ अदृश्यरूपानें असते. भूमीजवळील ६० अंश उष्णतेची आणि ३० भाराची हवा शंभर घन इंच घेतली तर तिचे वजन ३१ ग्रेन येतें.

हवेची उंची बरोबर किती आहे ती आजून कोणी मोजली नाहीं, परंतु ५० मैलांवर तिच्यानें सूर्याचे किरणांचे परावर्तन होत नाहीं. यावरून तिची उंचीही तितकीच

वायुधर्माविषयीं.

असावी असें अनुमान होतें.

अग्नि, जीव आणि वनस्पति यांस या हवेचें फार अगत्य आहे. या हवेशिवाय त्यांच्यानें राहावणार नाहीं.

हवा अदृश्य आहे, परंतु तिचे अस्तित्व स्पर्शानें कळतें. हवा चलन पावली म्हणजे तीस वायु म्हणतात.

१३ पाण्यापेक्षां हवा ९०० पट हलकी आहे, परंतु सर्व प्रवाही साररवी ती सर्व बाजूस दाबते, आणि तिचा भार उंची प्रमाणें अधिक किंवा कमी होतो, हवेवर जसा जसा दाब घालावा, तशी तशी ती दबते, आणि तीस फुगण्याकरितां जेवढी जागा द्यावी तेवढी फुगते. या साठीं हवेस स्थितिस्थापक म्हणतात. भारा प्रमाणें तिचा दाब वाढतो, आणि तो दाब सर्व दिशांस लागू होतो.

वाताकर्षक यंत्र हवेची प्रसरण शक्ति चांगली दाखवितें. या यंत्रांत कोमेलेले लिंबू, वांगें इत्यादि पदार्थ घालून जर त्यांतून वायु काढला तर त्यांचे पोटांतील वायूचे प्रसरणशक्तीनें ते फुगतात. वाताकर्षक यंत्रांतील कारंजें ही गोष्ट चांगली दाखवितें. या यंत्राचें वर्णन पुढें केलें आहे.

सिद्ध पदार्थविज्ञान.

शिरिंज म्हणजे वातवर्धक यंत्र हें वायूची दाबण्याची शक्ति चांगली दाखवितें. या यंत्राचेंही वर्णन पुढें केलें आहे.

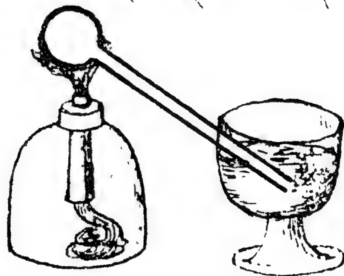
हवा चलन पावली म्हणजे आम्ही वारा सुटला असें म्हणतो. म्हणून वायु म्हणजे दुसरें कांहीं नाहीं, परंतु अधिक किंवा उणे वेगाचा हवेचा प्रवाह आहे.

९४ हवेचे साधारणधर्म. पहिला, तीस वजन आहे. दुसरा, हवा सर्व दिशांकडे एकसारखी दाबते. तीसरा, हवा स्थितिस्थापक आहे. म्हणजे जागा असेल त्या प्रमाणें आकुंचन अथवा प्रसरण पावते. चवथा, तिच्यावर जेवढा भार असेल त्या प्रमाणें तिचा दाब दुसरे पदार्थांवर घडतो. पांचवा उष्णतेनें हवा प्रसरण पावते, अथवा प्रसरण पावण्यास जागा नसल्यास तिचा जोर अथवा दाब वाढतो. साहावा, जमिनीपासून जसजसें वर जावें, तसतसा भार अथवा दाब कमी होतो. गणितश्रेढीनें वर गेलें असतां भूमितिश्रेढीनें भार कमी होतो.

वायुधर्माविषयीं.

वाताकर्षक यंत्रानें एके भांड्यांतून वायु काढून टाकून भांड्याचें वजन केलें तर तें वजन भांड्यांत वायु असतांना वजन, त्यापेक्षां कमी येतें. तेव्हां अर्थात वायूस वजन आहे. वाताकर्षक यंत्रावर एक उघडे तोंडाचें भांडें ठेविलें आणि त्या तोंडावर हात ठेवून भांड्यांतील वायु काढून टाकिला तर हात आंत ओढल्या सारिखा वाटूं लागतो. तेव्हां हें काम वरील हवेचे भारानें किंवा दाबानें होतें हें हा सिद्ध आहे.

एक [नळीची आकृति] या आकृतीची नळी घेऊन तिचें उघडें तोंड पाण्यांत बुडवून जर गोळ्या खालीं अग्नि लाविला तर उष्णतेचे योगानें हवा पसरून नळी वाटे बाहेर पडून पाण्यांतून दरूपानें बाहेर येते. तेव्हां उष्णतेनें हवा वाढतें हें उघड होतें. आतां तापलेली हा वा पाण्यास एकीकडे सारून आपण



बाहेर पडते, तेव्हां तिच्या आंगीं लोटण्याची (दाबण्या-

ची) शक्ति अधिक येते. हें उघड होतें.

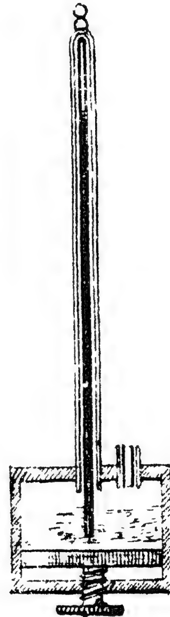
हवा हा पदार्थ स्थितिस्थापक आहे, आणि वरील भारानें दबला जातो, त्या मुळें भूमीजवळचे हवेवर वरील सर्व हवेचा भार पडून ती फार दबलेली असते, परंतु जसजसें वर जावें तसतसा तिचा वरचा भार कमी होऊन ती अधिक फुगते. आतां हवा जर असंकोच्य प्रवाही असती तर तिचा उंची प्रमाणें भार कमी झाला असता, परंतु संकोच्य प्रवाही आहे, म्हणून उंचीमूळें जेवढा भार कमी होईल तेवढी फुगून तिची दाबण्याची शक्ति कमी होते. म्हणून गणितप्रमाणानें वर गेलें तर भूमितिप्रमाणानें हवेचा भार (दाब) कमी होतो. पुढील कोष्टकांत उंची प्रमाणें हवेचे भार दाखविले आहेत.

जमिनीवर उंची.	भार.	फुगणें अथवा प्रसरण.
०	१	१
मैल – – – २.७	१/२	२.
मैल – – – ५.४,	१/४	४
मैल – – – ८.१	१/८	८
मैल – – – १०.८	१/१६	१६

वायुधर्माविषयीं.

९५ भारमापक यंत्र (हवेचा दाब मोजण्याचें यं-त्र) या यंत्रानें हवेचा दाब मोजतां येतो.

यांत ३२ किंवा ३३ इंच लांबीची एक कांचेची नळी अ-सते, तिचें एक तोंड बंद केलेलें असतें. त्या नळींत पारा घा-लून तिचें उघडें तोंड एका पाऱ्यानें भरलेल्या कांचेच्या पात्रांत बुडविलेलें असतें. आतां नळींतील पारा खालीं उतरूं लागला म्हणजे पात्रांत येऊन पात्रांतील पारा वर चढूं लागतो, परंतु वर चढूं लागला म्हणजे वरील हवेस एकीकडे सारावें लागतें. तेव्हां तिचा खालीं दाबण्याचा जोर असतो त्यास नाहींसें करावें लागतें. आतां पाऱ्याचा वर सरण्याचा जोर अधिक असला तर तो वर सरतो. वर सरण्याचा जोर कमती पडला अथवा हवेचा दाब कमी झाला तर खालीं स-रतो. याप्रमाणें नळींतील पारा आणि बाहेरील हवा या



सिद्धपदार्थविज्ञान.

त्रांतील पाऱ्यास समतोलांत राखीत असते. समुद्र कांठीं भारमापकयंत्र सुमारें ३० इंचांवर असतें. २ ७/१० मैल उंच गेलें म्हणजे सुमारें १५ इंचांवर असतें. ५ ४/१० मैल वर गेलें म्हणजे ७ १/२ इंच असतें या प्रमाणें जमीन सोडून जस जसें वर जावें तसतसें तें खालीं उतरून हवेचा भार कमती कमती होत जातो हें दाखवितें. भारमापकयंत्रावरून डोंगराची उंची मोजतां येतें, कारण, डोंगराचे तळापेक्षां डोंगराचे शिखरावर हवेचा भार कमी असतो, आणि ते दोन्ही भार भारमापकयंत्रानें समजतात.+

हवा जर वर वर पातळ नसती, परंतु एकसारख्या दृढतेची असती तर तिची उंची ५ ८/१० मैलांपेक्षां अधिक नसती, परंतु ती वर वर फुगत जाते, त्यामुळें तिचा प्रसार ५० मैलांपर्यंत गेला आहे. जमिनीवर भारमापक साधारणपणानें २९ १/२ इंच असतें, आणि जमिनीजवळचे हवेपेक्षां पारा १२३९० पट जड आहे म्हणून १२३९० × २९ १/२ इंच = ५ ८/१० मैल.

+ उंची फार नसल्यास, सुमारें १०० फूट वर गेलें असतां भारमापकयंत्र १ इंच खालीं उतरतें.

वायुधर्माविषयीं.

९६ उष्णमापकयंत्र, या यंत्राचे योगानें पदार्थांची उष्णता मोजतां येते. या यंत्रांत पारा किंवा दारू हे पदार्थ भरलेले असतात. हे पदार्थ उष्णता अधिक किंवा कमी होईल त्या प्रमाणें वर किंवा खालीं सरतात.

हें उष्णमापक यंत्र बहुतकरून पुढील आकृतीचें असतें. यांत अ ब नळीस खालचे बाजूस फुगा असतो तो पाऱ्यानें अथवा दुसरे पातळ पदार्थानें भरला असतो. पारा नळींत कांहीं वर आलेला असतो. आतां थंडी पडली म्हणजे पारा आकुंचित होऊन खालीं उतरतो. गरमी झाली म्हणजे विस्तृत होऊन वर चढतो. पारा ३२ सांपर्यंत उतरला म्हणजे पाण्याचें बर्फ होण्या इतकी थंडी पडते. २१२ पर्यंत वर चढला म्हणजे पाण्याची वाफ होई इतकी उष्णता होते. असें समजावें.



स्निग्धपदार्थविज्ञान.

डाकतर वेजवूड साहेबानें एक यंत्र केलें आहे. त्यानें अतिउष्णता मोजतां येते. तें यंत्र अग्नीचीही उष्णता मोजतें. ज्या ठिकाणीं कांच वितळून जाईल अशा उष्णतेंत या यंत्राचा उपयोग करितात. हें यंत्र अग्नींत न वितळून जाणारे अशा पदार्थांचें केलेलें असतें.

उष्णमापकानें कितीएक पदार्थांची उष्णता मोजतां आली आहे. त्याची याद.

२१८७७ अंशउष्णतेस	ओंतीव लोखंड वितुळतें.
५२३७	शुद्ध सोनें वितुळतें.
४७१७	शुद्ध रुपें वितुळतें.
६००	पाऱ्यास कढ येतो.
२१३	गाईचे दुधास कढ येतो.
२१२	पाण्यास कढ येतो.
९९	मनुष्याचे शरीराची उष्णता.
३२	पाणी थिजतें; गारा वितुळतात.
+ ३०	दूध थिजतें.
[illegible]खालीं — ४०	पारा थिजतो.

१७ स्निग्धता मापक यंत्र. या यंत्रानें हवेची स्निग्धता मोजतात. हें यंत्र पुष्कळ तऱ्हांनीं करितात,

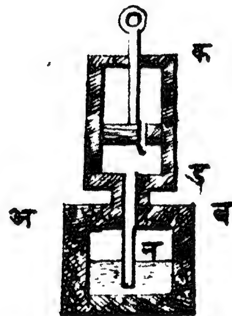
वायुधर्माविषयीं.

परंतु सर्वांपेक्षां उत्तम पुढें सांगतों. वरील उ-ष्णमापकाचे गोळ्यास ओलें फडकें बांधावें, म्ह-णजें तें स्निग्धता मापक झालें. हवा फार स्निग्ध असली तर हें ओलाव्यानें फार उतरत नाहीं, परंतु हवा जितकी रुक्ष अधिक असेल तित-कें हें यंत्र अधिक उतरतें.

९८ वातवर्धकयंत्र. (इं० कंडेन्सर) याय-त्रानें एका भाड्यांत पुष्कळ हवा भरतां येते.

यांत पिचकारी सारख्या एका नळीनें हवा दाबण्या-ची योजना केलीअसते. अ ब हें एक भांडें आहे, त्यांत क ड ह्या पिचकारीनें हवा दाबीत असतात. तींत जो दट्या आहे त्यास खालीं उघडणारें द्वार असतें, आणि न-ळीखालचे तोंडासही त्याच प्रमाणें खालीं उघडणारें द्वार असतें. हवेचा दाब चांगला दाखविण्यासाठीं अ ब भां-ड्यांत भांडें अर्धें भरें इतकें पाणी घातलें असतें. आतां यंत्रांतील दट्या वर उचलला म्हणजे त्याचें खालचें द्वार उघडून हवा नळीचे खालचे भागांत भरते, परंतु तोच आ-तां खालीं दाबूं लागलें म्हणजे हवेस आल्या वाटेनें बाहेर पडवत नाहीं. कारण, द्वार एके बाजूस मात्र उघडणारें

आहे. या साठीं ती हवा नळीचे खालचे बाजूस जें दुसरें द्वार आहे त्यास उघडून न नळीवाटे अ ब भांड्यांत जातें, परंतु त्यांत जी पूर्वींची हवा असते तीत तिला मिसळावें लागतें. या साठीं दोहींचेंही जागेचे संचाई मुळें आकुंचन होतें. या प्रमाणें वरील दट्याचे वारं वार खालीं येण्यानें प्रत्येक दाबास अ ब भांड्यांत आणखी आणखी हवा भरत जाते. या भरलेले हवेचा चमत्कार पाहाणें झाल्यास वरील हवा दाबण्याचें यंत्र काढतात, म्हणजे भांड्यांतील पाणी आंतील दाबलेल्या हवेच्या जोरानें नळीचे तोंडा वाटे बाहेर पडतें. चमत्कार करणें झाल्यास या नळीचे टोंकास कारंज्याची तोटी लावतात म्हणजे कारंजें उडतें.

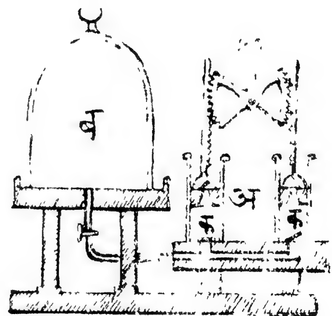


९९ वाताकर्षकयंत्र (इं० एयरपंप) या यंत्राचे योगानें भांड्यांतून वारा काढतां येतो.

वायुधर्माविषयीं.

यांत वरील पिचकारीचे नळी सारखीच नळीची योजना आहे, परंतु दट्या आणि नळीचें खालचें तोंड यांस जीं द्वारें असतात तीं वरील द्वारांचे उलट असतात. म्हणजे तीं वर उघडणारीं असतात.

खालीं वातनाकर्षक यंत्राची आकृति काढली आहे त्यांत अ ठिकाणीं वायु काढण्याचा दट्या आहे. तो जेव्हां वर येतो तेव्हां ब भांड्यांतील हवा आपले प्रसरणशक्तीचे योगानें क जवळचें द्वार उघडून बाहेर येते, परंतु दट्या जेव्हां फिरून खालीं जाऊं लागतो तेव्हां ती क जवळचें द्वार झांकून दट्याचें द्वार उघडते, आणि बाहेर निघून जाते. या प्रमाणें दट्याचे प्रत्येक वर जाण्याचे वेळेस ब भांड्यांतून थोडी थोडी हवा बाहेर पडत असते. या यंत्राचे योगानें भांड्यांतील सर्व हवा तर काढतां येत नाहीं, परंतु जेथ



पर्यंत तिला क ठिकाणचें द्वार उघडण्याची शक्ति असते तेथपर्यंत ती बाहेर जात असते.

स्वरशास्त्र.

१०० शब्द अथवा स्वर या प्रकरणीं नियम ज्या शास्त्रांत सांगितले असतात त्यास स्वर शास्त्र म्हणतात. यांत गायनविद्येमधील जे स्वर त्याचें ही वर्णन केलें असतें.

१०१ पाण्यांत धोंडा टाकला म्हणजे त्यांत जशा लाटा उत्पन्न होतात, त्या प्रमाणें सनादपदार्थास अघात होण्यापासून वायूंत लाटा उत्पन्न होतात. त्यांपासून नाद येतो असें मानलें आहे.

१०२ सनादपदार्थापासून जेथपर्यंत नाद निघत असतो तेथपर्यंत त्याचे आंगीं फार कंप असतो. ही गोष्ट स्वचित आहे. तेव्हां ह्या कंपापासून वायूंत लहरी अथवा लाटा उत्पन्न होऊन आसमंतात्भागीं पसरल्यामुळें आपणाकडेना-

द येतो. हें उघड आहे.

१०३ भिन्न स्वरांचीं मुख्य कारणें पुढें सांगतों, तीं शिकणारांनीं चांगलीं लक्षांत ठेवावीं. या कारणापासून स्वर मोठे, धाकटे, मंजुळ किंवा कर्कश असे उत्पन्न होतात.

पहिलें, ज्याप्रमाणें हवेंतील लहरी अधिक किंवा कमी वेगानें होत असतील त्याप्रमाणें नाद उंच किंवा निंच असतो.

दुसरें, नाद उत्पन्न होणारे पदार्थांचें महत्व अथवा जोर असेल त्याप्रमाणें नाद उंच किंवा निंच होतो.

तिसरें, स्वर अधिक किंवा कमी एकवटत असतील त्याप्रमाणें नाद मोठा किंवा धाकटा होईल.

१०४ सनाद पदार्थांची स्थितिस्थापकता अधिक किंवा कमी असेल, अथवा त्यांची जाडी अधिक किंवा कमी असेल, त्याप्रमाणें त्यांचे नाद अधिक किंवा कमी वेळ राहातात.

ठिसूळ मातीला नाद नाहीं, परंतु धातूंचे भांड्यांस नाद असतो. भांडें जेवढें लहान तेवढा त्याचा नाद उंच असतो, परंतु भांडें जेवढें रुंद व पातळ तेवढा नाद

सिद्धपदार्थविज्ञान.

अधिक खर्ज व गंभीर होतो.

१०५ हवेंत नादाच्या ज्या लहरी उत्पन्न होतात त्या आपले कानांत जाऊन त्या ठिकाणीं आपले कर्णेंद्रियावर व्यापार करितात तेणें करून आपणास नादज्ञान होतें. नाद पोंचवणारे पदार्थ अनेक आहेत, त्यांतून हवा उत्तम. पाणी, लांकूड, धातु इत्यादि पदार्थही वरचे नाद पार नेणारे आहेत.

लांकूड अथवा धातु यांची एकादी लांब काठी घेऊन जर तिचें एक टोंक कानाशीं धरलें आणि दुसरे टोंकाशीं घड्याळ धरलें, तर त्याचे ठोके कानांत ऐकूं येतात.

१०६ दरएक सेकंदांत नाद ११०० फूट चालतो. याप्रमाणें एक मैल जाण्यास नादास सरासरी ४ $\frac{1}{2}$ सेकंद लागतात. नाद मोठा असो किंवा हलका असो त्याचे वेगांत अंतर पडत नाहीं.

अंतरें मापण्याकरितां कधीं कधीं अवाज कामांत घेतात. जर कांहीं अंतरावरील एका तोफेची चकाकी ज्ञा-

स्वरशास्त्र.

त्यावर पाठीमागून २० सेकंदांनीं तिचा अवाज ऐकूं आला तर ती तोफ ४ $\frac{१}{२}$ मैलांवर आहे असें जाणावें. आकाशांत एक वीज चमकून पाठीमागून ६ सेकंदांनीं गडगडाट झाला तर ज्या ढगांमध्यें वीज झाली त्यांची उंची १ $\frac{१}{२}$ मैल आहे असें समजावें.

निरोगी मनुष्याची नाडी एका मिन्युटांत सुमारें ७६ वेळां उडती, तेव्हां आपले जवळ घड्याळ नसल्यास नाडीचे फटक्यांनीं अंतराचा सुमार करितां येईल. नाडीचे एका फटक्यास १०० फूट धरावे.

१०७ सनाद पदार्थापासून नाद दाही दिशांकडे फांकतो. त्यास अडथळा केला तर किरणवत् परावृत्त होतो.

नासेमर्फे एके दिशेस वाजत असतां त्याचा प्रतिध्वनि दुसरे दिशेनें येतो. हें पुष्कळ लोकांनीं अनुभवलेलें आहे. हें काम परावर्तनानें याप्रमाणें होतें. आकृति पाहा. जर एकादा नाद अ ठिकाणी निघून मन पदा



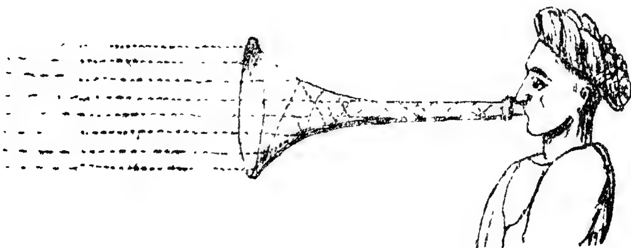




सिद्धपदार्थविज्ञान.

र्थावर येऊन ब कडे परावर्तन पावलेला असला तर ब ठिकाणचे मनुष्यास तो नाद म न पदार्थाकडून आला असें वाटतें. या प्रमाणें जो नाद परावर्तन पावून आपले कानांत येतो त्यास प्रतिध्वनि म्हणतात.

१०८ स्पीकिंगत्रंपेट (बोलण्याची नळी) हिचा आकार कर्ण्यासारिखा असतो, इतकेंच कीं ही फार लहान आणि कर्णा फार मोठा; याचे योगानें जो नाद निघतो तो फार लांब जातो; कारण, त्याचा आकार असा असतो कीं, त्याचे आंतले बाजूस नाद पुष्कळवेळां परावर्तन पावून बाहेर पडतांना सर्व एका फोकसांत जमणारा अथवा एक सारखा पुढें जाणारा असा निघतो. पुढील आकृतींत नादाचें परावर्तन क-



स्वरशास्त्र:

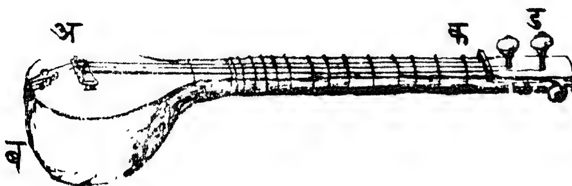
सें होतें तें दाखविलें आहे.

१०९, कर्णास गोड लागणारे असे जे ध्वनि त्यांस स्वर म्हणतात. हे स्वर क्रमानें चढते असतात.

स्वर सात आहेत. सा, री, ग, म, प, ध, नी. हे सातस्वर मिळून एक सप्तक होतें. सप्तकें तीन निंच, मध्यम, आणि उंच. गायनविद्येंत स्वर ज्ञानाचा फार उपयोग आहे.

साधारणपणानें असें मानलें आहे कीं, ज्वान पुरुषाचा स्वर मध्यमांत असतो, बायकांचा स्वर उंच असतो लहान मुलांचा स्वर टिपेंत असतो. फार वृद्ध पुरुषांचा स्वर बैठा खर्ज असतो. हे स्वर एकावर एक कसकसे चढतात ह्याचें ज्ञान पुढील युक्तीचे योगानें फार चांगलें होईल.

गवई लोकांची सतार तर सर्वांस माहीत आहे, ति-



ची आकृती मागें दाखविली आहे त्यावर लक्ष द्यावें.

या आकृतींत व भोपळ्यावरचे **अ** घोडीपासूनजी तार ताणलेली असते ती **क** घोडी पर्यंत असतें आतां **अ** पासून **क** पर्यंत जें अंतर त्याचे जर भाग केले आणि अनुक्रमे, ८, ८, ५, ८, ८, ८, ५, या भांगांवर जर लाहान घोड्या ठेवल्या तर त्यांवर बोटानें तार दाबून जर तिचा नाद अनुक्रमें काढला तर ते वेगळाले नाद, सा, री, ग, म, प, ध, नी, सा, हे नाद ज्या प्रमाणें चढत जातात त्याप्रमाणें ध्वनित होतील. लक्षपूर्वक पाहिलें असतां पाहणास असें दिसतें तेंहीं अंतरें अनुक्रमानें सारखे उत्तरानें वाढत जात नाहींत, ग, म, आणि नी सा यां मधील अंतरें दुसऱ्या अंतराचा अर्धा बरोबर आहेत. आतां कोणी पुसेल कीं हीं अंतरें अशीं कां असतात. तर त्यास उत्तर हेंच कीं तीं तशीं असल्याशिवाय स्वर कानास गोड लागत नाहींत. हीं अंतरें वाचणारांस समजण्या करितां पुढें दाखविलीं आहेत. यामध्यें प्रथम सा पासून दुसरे सा पर्यंत जर पन्नास भाग कल्पिले तर

स्वरशास्त्र:

सा	पासून	री	पर्यंत	८ अंतर	सा	सा ——
री	——	ग	——	८ ——	री	री ——
ग	——	म	——	५ ——	ग	ग —— म ——
म	——	प	——	८ ——	म	प ——
प	——	ध	——	८ ——	प	ध ——
ध	——	नी	——	८ ——	ध	नी ——
नी	——	सा	——	५ ——	नी	सा ——
					सा	

११० स्वरमाधुर्य. दोन किंवा अधिक स्वर (सूर) एकत्र जमून त्यांचे योगानें जो मनास आल्हाद होतो त्यास म्हणतात. असे जे सूर त्यांत स्वर माधुर्य आहे, असें म्हणण्याची चाल आहे. ज्या सुरांपासून मनास विषाद उत्पन्न होतो त्यांस बेसूर म्हणतात. स्वरमाधुर्य आणि बेसूर यांचें चांगलें ज्ञान होणें गायन विद्येस फार उपयोगी आहे.

१११ स्वर साम्य. खर्ज मध्यम आणि उंच अथवा टीप या निरनिराळे ग्रामांत गाणारे असून त्यांचे स्वरांचें ऐक्य झालेंसें होऊन ते जुळून

गान आहेत असें वाटतें. या ऐक्यास स्वर साम्य म्हणतात. हें निरनिराळे ग्रामांतील सारखे नांवांचे सुरांत स्वरसाम्य आहे.

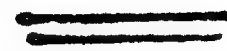
११२. स्वरैक्य. एका ग्रामांत निरनिराळे गाणारे असून त्यांचे स्वरांचें जें ऐक्य होतें तें

या व्याख्या स्वरयंत्रांवरही लागू आहेत.

११३. सारख्या लांबीच्या व सारख्या तणाव्याच्या दोन तारांचे कंप सारख्या वेळांत सारखे होऊन त्या सारखे स्वर उत्पन्न करितात. एथें दोघांचें स्वरैक्य होतें. दोन सनया सारख्या लांबीच्या व सारख्या छिद्रांच्या घेऊन वाजविल्या तर त्यांत स्वरैक्य असतें. मोठालीं यंत्रें आणि लांब तारा खर्ज परंतु मोठाले आणि गंभीर स्वर उत्पन्न करितात. लहान यंत्रें आणि आंखूड तारा तीक्ष्ण आणि उंच स्वर उत्पन्न करितात.

वाद्यांचे एका लांब तारेचे मधोमध पायरी ठेवून जो अर्धतारेचा नाद निघतो तो पूर्ण तारेचे स्वराशीं सम असतो, परंतु एक ग्राम वरचा असतो.

दर्शनानुशासना विषयीं.



११४ दर्शनानुशासन हा पदार्थ विज्ञानाचा एक भाग आहे. यामध्यें प्रकाश, प्रकाशाचे किरण व त्यां विषयींचे नियम यांचें विवेचन केलें आहे.

११५ पदार्थ तीन प्रकारचे आहेत, स्वप्रकाश, परप्रकाश. आणि पारदर्शक.

११६ जो पदार्थ आपल्या तेजानें प्रकाशतो तो स्वप्रकाश. जो पदार्थ आपल्या मधून किरणांस पार जाऊं देत नाहीं व दुसऱ्याच्या प्रकाशानें आपण प्रकाशित होतो तो परप्रकाश, आणि जो पदार्थ किरण वाहक म्हणजे आपणा मधून प्रकाशाच्या किरणांस पार जाऊं देतो तो पारदर्शक.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

दिवा, सूर्य, अग्नि हे स्वप्रकाश आहेत. पृथ्वी, ग्रह, पृथ्वीवरील अनेक पदार्थ म्हणजे धोंडा, डोंगर, भिंत, झाड इत्यादि हे परप्रकाश आहेत. पाणी, कांच, इत्यादि पदार्थ पारदर्शक आहेत.

११७ सूर्य अथवा कोणत्याही दुसऱ्या स्वप्रकाश पदार्थापासून प्रकाश सुटला म्हणजे तो जिकडे तिकडे अभिमुखगतीनें सरळ रेषांनीं फांकतो. स्वप्रकाशपदार्थापासून जी एक तेजाची रेषा फांकते तीस किरण म्हणतात, आणि त्या पदार्थाचे कोणत्याही आंगापासून जो किरणसमुदाय निघतो त्यास किरणछटा म्हणतात.

मोडकेघराचे कौलारांतून जो कवडसा येतो ती किरणछटा होय. स्वप्रकाशपदार्थापासून सर्वदिशांकडे किरण फांकतात. यास उदाहरण दिवा, याचा प्रकाश सर्व बाजूंस पडतो.

११८ प्रकाशाचे उत्पत्तीविषयीं विद्वान लोकांचीं निरनिराळीं मतें आहेत. कितीएकांच्या मताप्रमाणें स्वप्रकाशपदार्थापासून प्रकाशाचे किरण निघून ते फांकत जातात. कितीएक असें मा-

दर्शनानुशासनाविषयीं.

नितात कीं, अवघ्या आकाशांत भरून राहिलेला असा एक सूक्ष्म वायू आहे. त्याचे ठायीं स्वप्रकाश पदार्थांपासून शब्दोत्पत्तिवत् प्रकाशोत्पत्ति हो-ते. या दोहोंमतांतून खरें कोणतें हा सिद्धांत आझून पुरतेपणें झाला नाहीं, परंतु इतकें ल-क्ष्यांत ठेवावें कीं, दुसरे मताविषयीं बहुमत आहे.

११९ प्रकाशाचे व्यापाराचे नियम इतरपदा-र्थांचे व्यापाराचे नियमांशीं ताडून पाहिलें अस-तां कितीएक अंशीं ऐक्य येतें, आणि कितीएक अंशीं वैपरीत्य येतें.

प्रकाशाचें चलन चलननियमाप्रमाणें घडतें, पर-तु गुरुत्वाकर्षणाचे नियम याच्यावर लागू होत नाहींत, कारण त्याचे आंगीं भारीपणा अगदीं नाहीं.

१२० किरणांचे गतीस परप्रकाश पदार्थांपा-सून प्रतिबंध पडला म्हणजे त्याच पदार्थाचे पाठीमागचे आंगावर अंधकार उत्पन्न होतो, आणि मागें भिंत, कागद किंवा हरएक पदार्थ असला म्हणजे त्याच्यावर त्याची छाया पड-ते.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

कारण, किरणगतीस परप्रकाशपदार्थ प्रतिबंधक होऊन त्या किरणांस आपल्या मागील वस्तूशीं पोहोंचूं देत नाहीं, तेणेंकरून त्या वस्तूवर जो अंधकार पडतो त्यास छाया म्हणतात.

वस्तुतः पाहिलें असतां छाया केवळ काळी असावी, परंतु तीवर दुसरेकडची भिंत अथवा दुसरेकडून थोडा प्रकाश येत असतो त्यामुळें अगदीं काळी होत नाहीं.

१२१ छायेचे प्रकार तीन आहेत. तैजस पदार्थापेक्षां परप्रकाशपदार्थ मोठा असला म्हणजे छाया मागें मागें मोठी होत जाते, लहान असल्यास लहान लहान होत जाते, आणि सारखाच असला तर छाया सारखीच असते.

पृथ्वी सूर्यापेक्षां लहान आहे यास्तव तिची छाया पुढें पुढें लहान होत जाते. दिव्यापेक्षां मनुष्य मोठा आहे म्हणून त्यापासून मागची भिंत जशी लांब असेल तशी त्याची छाया मोठी होत जाते.

एकादा लहानपदार्थ जशी एक लेखणी ही उन्हांत भूमिजवळ धरिली असतां तिची छाया तिचे इतकीच दिसते; परंतु ती लेखणी जर भूमिपासून फार उंच

दर्शनानुशासनाविषयीं.

धरिली तर तिची सावली नाहींशी होते. याचें कारण सू-र्याचें अतिमहत्व हें उघड आहे.

१२२ किरणाचे जाण्यास जर अप्रकाशका-नें अडथळा केला तर तो किरण त्या पदार्थांत नाहींसा होतो, अथवा परावर्तन पावतो. अर-शा सारखे गुळगुळीत पदार्थांवर जर तो आ-ला तर तो बहुधा सर्वांशीं परावर्तन पावतो; प-रंतु खरबरीत पदार्थांवर आला असतां त्याचें सर्वांशीं परावर्तन होत नाहीं.

जगामध्यें असा पदार्थ आझून सांपडला नाहीं, कीं जो प्रकाशकिरणांस सर्वांशीं खातो अथवा सर्वांशीं त्याचें परावर्तन करितो. खाणें आणि परावर्तन करणें ह्या दोन्ही शक्ति सर्वपदार्थांत अधिकउण्या असतात. आरशींतून ब-हुतेक किरण परावर्तन पावतात, कोळसा असल्यास तो बहुतेकांस खातो.

१२३ पदार्थांवर किरण लंबरूपानें आला तर तोआ-शा तिकडे लंबरषेनें परावर्तन पावतो परंतु पदार्थां-वर जर तिर्कस रेघेनें आला तर तेथें कोन करून ति-र्कस रेघेने परावर्तन पावतो आणि तो परावर्तन को-

हरहमेषा पतनकोनाबरोबर असतो.

याच कारणामुळें आपणास सूर्याचें प्रतिबिंब पाण्यांत दिसतें. तोंड पाहाण्याचे आरशीवरही हाच नियम लागू आहे.

जर ब फ ही एक आरशी आहे, आणि तिच्यावर अ तेजसपदार्थापासून अ ड किरण येत आहे तर बफ वर अड जितका तिर्कस येत आहे तितकाच तिर्कस तो किरण ड ग कडे परावर्तन पावेल आणि अ ड ब कोन ग ड फ कोना बरोबर होईल. म्हणून ग ठिकाणचे पाहाणारास त्याचें प्रतिबिंब क ठिकाणीं दिसेल, म्हणून परावर्तनकरणारे पातळीचे वर जितका पदार्थ उंच असतो तितकेंच त्या पातळीचें खालीं त्याचें प्रतिबिंब दृष्टीस पडतें.



१२४ प्रकाशकिरण आपणास कधींहि दिसत नाहींत, परंतु ते परप्रकाश पदार्थावरून अथवा स्वप्रकाशपदार्थापासून जेव्हां आपले डो-

दर्शनानुशासनाविषयीं.

व्यांत शिरतात तेव्हां त्या पदार्थाचें दर्शनमात्र आपणास होतें.

ज्या पदार्थावरून आपणावर फार किरण येतात तो पदार्थ आपणास अधिक प्रकाशित दिसतो. ज्या ठिकाणावरून आपणाकडे मुळींच किरण येत नाहींत तें ठिकाण आपणास मन्नोमय म्हणजे अंधकारमय दिसतें.

याच कारणामुळें घराचे आंतील भाग आपणास चांगले दिसत नाहींत. परंतु बाहेरचे भाग चांगले दिसतात, कारण बाहेरील भागांवरून आपणाकडे पुष्कळ किरण येतात. याच कारणामुळें खोलींत उन्हाचा कवडसा आला म्हणजे त्याचे वाटेंत जेवढे रजःकण येतात, तेवढे दिसूं लागतात, ते त्या कवडाशाचे बाहेर गेले म्हणजे लागलेच दिसतनासे होतात.

१२५ परावृत्त झालेला किरण पतनकिरणाइतका प्रकाशित नसतो. कारण पतनकिरणाचे कित्येक अंश पदार्थानें खाल्लेले असतात. यावरून ही गोष्ट सिद्ध आहे कीं, किरण जेवढीं परावर्तनें पावेल, तेवढा अल्पप्रकाशित होईल.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

यावरून चंद्र व ग्रह यांचें तेज सूर्यापेक्षां कमी कां आहे हें उघड समजेल. आकाशांतील ग्रह साधारणपणानें जरीं तारांपेक्षां मोठाले दिसत आहेत तथापि तारांत जी चकाकी आहे ती ग्रहांत नाहीं.

१२६ प्रकाशकिरण पारदर्शक पदार्थावर पडला तर तो त्यांतून पार जातो; परंतु सर्व पदार्थांची पारदर्शकता सारखी नाहीं. कांचेचे स्वच्छ भागांतून बहुतेक किरण पार जातात; परंतु कागदाचे पानांतून मुळींच जात नाहींत असें मात्र म्हणतां येत नाहीं.

यावरून असें सिद्ध होतें कीं, सर्व पारदर्शक पदार्थ किरणांस आपणांमधून पार जाऊं देतांना कांहींकांस नाहींसें करितात. सूर्य अथवा चंद्र हे मध्यान्हीं जितके चकचकीत दिसतात तेवढे क्षितिजाजवळ दिसत नाहींत कारण क्षितिजाजवळ त्यांचे किरणास हवेचा फार विस्तारकापून यावें लागतें, त्यामुळें त्यांचें तेज फार नष्ट होतें.

अभ्र, धुकें, हे किरणांचे अल्पपारदर्शक पदार्थ आहेत. आकाशांतील अभ्रें कधीं कधीं इतकीं जाड हो-

तात कीं, त्यांच्यांनीं सर्व आकाश भरलें तरी दिवसाचा काळोख पाडवत नाहीं खरा, परंतु सूर्य दिसेनासाकरून टाकतात.



किरणपतन, किरणपरावर्तन इत्यादि.

१२७ मागें सांगितलें कीं, परावर्तन कोन किरणपतन कोना बराबर असतो. हे कोन किरण पातळीशीं करितात म्हणून पातळीशीं मोजावे, अथवा पातळीवर किरण ज्या ठिकाणीं येतो त्या ठिकाणीं लंब काढून त्या लंबाशीं मोजावे. पदार्थविज्ञानशास्त्र्यांनी हे कोन लंबाशीं मोजण्याची चाल आहे.

१२८ किरण ज्या पातळीवर येतात, त्या पातळीची आकृति ज्या प्रमाणें असेल त्याप्रमाणें तिजपासून किरण परावर्तन पावतील.

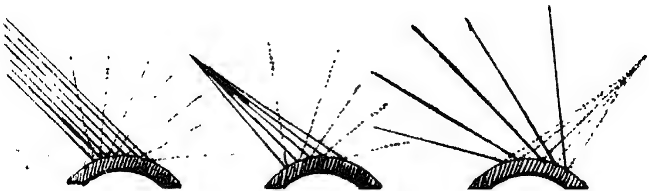
सरळपातळी असल्यास तिजवर समांतर किरणछटा आली असतां तिचें समांतर परावर्तन होतें. वर्ध-

सिद्धपदार्थविज्ञान.

मानांतर छटा येत असल्यास वर्धमानांतरानें परावर्तन होतें, आणि क्षीयमाणांतर छटा येत असल्यास तिचें क्षीयमाणांतरानें परावर्तन होतें.

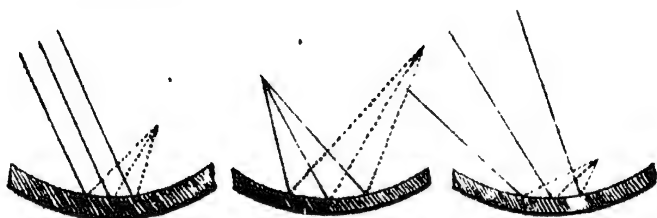


गोलबाह्य पातळी असल्यास तिजवर समांतर किरण छटा आल्यास तिचे वर्धमानांतरानें परावर्तन होतें. वर्धमानांतरछटा आल्यास अधिकवर्धमानांतरानें होतें. क्षीयमाणांतरछटा आल्यास अल्पक्षीयमाणांतरानें परावर्नन होतें.



दर्शनानुशासनाविषयीं.

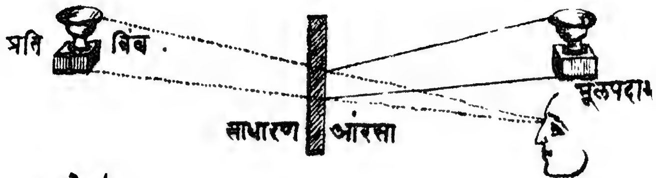
गोलांतरपाताळी असल्यास तिजवर समांतर किरण-छटा आल्यास तिचे क्षीयमाणांतराने परावर्तन होतें. वर्धमानांतरछटा आल्यास तिचें अल्पवर्धमानांतराने परावर्तन होतें, आणि क्षीयमाणांतराने आल्यास फार क्षीयमाणांतराने परावर्तन होतें.

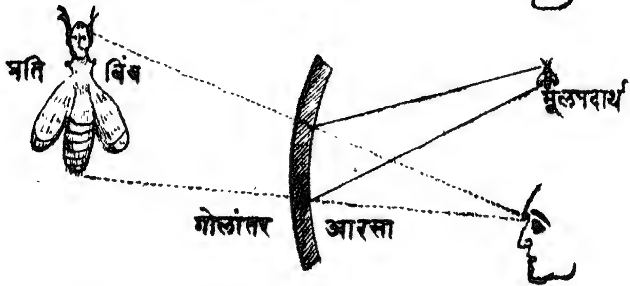


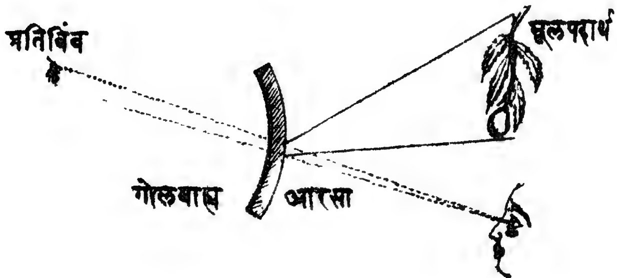
१२९ आपलें किंवा कोणत्याही एका पदार्थाचें प्रतिबिंब जर साधारण आरशांत पाहिलें तर जसेंचें तसेंच दिसतें; परंतु गोलांतर आरशांतील प्रतिबिंब मोठें दिसतें, आणि गोलबाह्य आरशांतील प्रतिबिंब लहान दिसतें.

याचें कारण मागील सिद्धांतावरून स्पष्ट लक्षांत येईल. कारण गोलांतर आरशांतून किरण अधिक क्षीयमाणांतराने जाऊन दर्शनकोन मोठा होतो, आणि प्रतिबिंब मोठें दिसतें. गोलबाह्य आरशांत याचें उलट होतें,

म्हणून दर्शनकोन लहान होऊन प्रतिबिंब लहान होतें. साधारण आरश्यांतील प्रतिबिंब मूळपदार्थाइतकेंच दिसतें. ही गोष्ट पुढील आकृतीं वरून उघड लक्षांत येईल.







दर्शनानुशासनाविषयीं.

१३० गोलांतर आरशावर जर समांतर अ-
थवा दुसरे प्रकारानें किरण आले तर ते परा-
वर्तन पावून कोठेंतरी एका ठिकाणीं सर्व मिळ-
तात असा जो बिंदु त्यास त्या आरशाचा फो-
कस म्हणतात. गोलबाह्य आरशावरून कि-
रण वर्धमान गतीनें बाहेर फांकतात तेव्हां त्या
परावर्तन रेषा सर्व वाढविल्या असतां ज्या बिं
दूंत त्या आल्याशा वाटतात त्यास गोलबाह्य आ-
रशाचा फोकस असें म्हणतात.

वास्तविकरीतीनें पाहूं गेलें असतां गोलांतर आर-
शास मात्र फोकस असतो; परंतु गोलबाह्य आरशास
असत नाहीं. कारण जर गोलांतर आरसा उन्हात धर-
ला तर ही गोष्ट प्रतीतीस येते, परंतु गोलबाह्य आरशा-
विषयीं तशी प्रतीति येत नाहीं. गोलबाह्य आरशाचा फोक-
स अनुमानावरून मात्र समजावा.



सिद्धपदार्थविज्ञान.

पारदर्शकपदार्थ, किरणवक्रीभवन.

१३१ मागें सांगितलें कीं, पारदर्शक पदार्थांमधून किरण पार जातात. हे पार जातात खरे, परंतु अनुभवानें असें समजलें आहे कीं, ज्या मार्गानें त्या पदार्थावर पहिल्यानें किरण येतात, त्याच मार्गानें नीट पदार्थांतून पुढें पार जात नाहींत, परंतु थोडेसे वांकडे होऊन मग पुढें जाऊं लागतात. या वांकडे होण्यास **किरणवक्रीभवन** असें म्हणतात.

किरणवक्रीभवनाचा अनुभव सर्वांस अल्पआयासानें घेतां येईल. जर एक सरळ काठीचा कांहीं भाग पाण्यांत तिर्कस बुडविला तर पाण्यांतील भाग वांकडा झाला आहे असें दिसूं लागतें. एक घंगाळ रिकामें घेऊन त्याच्या तळास मध्यभागीं एक रुपया ठेवावा, आणि आपण मागें सरत सरत तो रुपया दिसत नाहींसा होई इतकें मागें जावें आणि तें घंगाळ दुसऱ्याकडून पाण्यानें भरवावें. तें पाण्यानें भरतांच तो रुपया दिसूं लागतो. एका चषम्याचें भिंग उन्हांत धरावें आणि

दर्शनानुशासनाविषयीं.

त्या भिंगाजवळ खालचे बाजूनें तळाथ धरून लांबवीत जावा म्हणजे तळाथावरील उन्हाचा कवडसा लहान होऊं लागतो. ही गोष्ट वक्रीभवनाशिवाय होणार नाहीं.

१३२ किरणवक्रीभवनाविषयीं असा नियम सांपडला आहे कीं, पदार्थ जसजसा अधिक रूढ असतो तसतसें त्यापासून अधिक वक्रीभवन होतें.

हिरा हा पदार्थ सर्वांपेक्षां अधिक वक्रीभवन करितो. त्या खालीं कांच, त्या खालीं पाणी त्या खालीं हवा. हे अनुक्रमें कमी कमी वक्रीभवन करणारे पदार्थ आहेत.

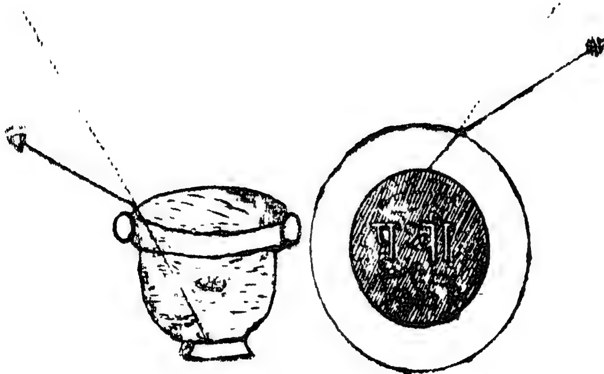
१३३ पारदर्शक पदार्थावर किरण येत असतां ज्या ठिकाणी तो आंत शिरूं लागतो, त्या ठिणी जो त्या पदार्थाचे पातळीशीं लंब होणार त्या लंबाकडे किरणाचें वक्रीभवन होतें. सारांश लंबास पदार्थाचे दृढते प्रमाणें किरण आकर्षण करण्याची शक्ति आहे असें म्हटलें असता चिंता नाहीं.

याच कारणानें सूर्यादि आकाशांतील पदार्थ आपणास त्यांच्या वास्तविक स्थानाचे थोडेसे वर दिसतात.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

या नियमावरून एक दुसरा नियम निघतो, तो असा की विरळपदार्थामधून सदार्ढ्यपदार्थांत किरण गेला असतां लंबाकडे आकर्षिला जातो, आणि सदार्ढ्यपदार्थामधून विरळपदार्थामध्यें आला म्हणजे लंबापासून अधिक लांब सारला जातो.

यावरून घंगाळांतील रुपया पाणी घातलें म्हणजे कां दिसूं लागतो हें उघड समजतें, कारण जो किरण पूर्वी वर जात असतो तोच किरण पाण्यांतून बाहेर पडतांना लंबापासून अधिक सारला जाऊन आपल्या डोळ्यांत येऊं लागतो, आणि आपणास रुपया दिसूं लागतो. खालच्या आकृति पाहा.



दर्शनानुशासनाविषयीं.

१३४ पारदर्शकपदार्थांतून किरण पारजातांना वक्रीभवन पावतात. या धर्मावरून दुर्बिण सूक्ष्मदर्शक यंत्र इत्यादि किती एक यंत्रांत ज्या कांचा अथवा भिंगें असतात त्यांच्या तऱ्हे तऱ्हेच्या आकृति करून आपलें काम करून घेतलें असतें. ह्या भिंगास इंग्रेजी भाषेंत लेन्सें असें म्हणतात. आपण भिंग असें म्हणतों.

भिंगें पांच प्रकारचीं आहेत. गोलबाह्य भिंग, गोलांतर भिंग, एकांग गोल बाह्य भिंग, एकांगगोलांतर भिंग, आणि गोलांतरगोलबाह्य भिंग, ह्यांच्या आकृति खालीं काढून दाखविल्या आहेत.

एकांग गोलबाह्य



एकांग गोलांतर



गोलबाह्य भिंग



गोलांतर भिंग



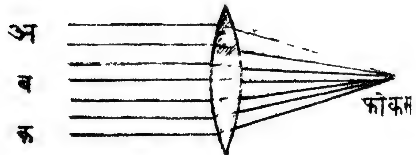
गोलांतर गोलबाह्य अथवा कोर.



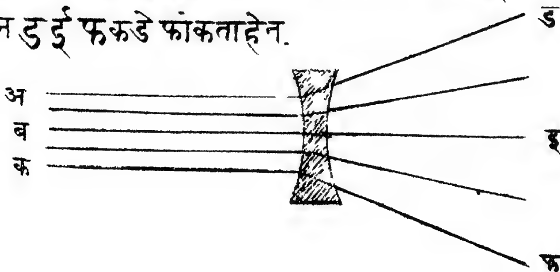
सिद्धपदार्थविज्ञान.

या पांच तऱ्हांचे पारदर्शक भिंगांतून किरण पार जाऊं लागले म्हणजे त्यांचे भिंगाचे आकृती प्रमाणें नाना प्रकारें वक्रीभवन होतें. गोलबाह्य भिंग किरणांस एकत्र करितें. गोलांतर भिंग किरणांस वर्धमानांतरानें पसरतें. किरणांचें एकीकरण अथवा प्रसरण पुढील आकृतींत दाखविलें आहे.

गोलबाह्य कांच किरणांस फोकसांत एकत्र करितें. पाहा अ ब क हे किरण गोलबाह्य भिंगांतून पार जाऊन फोकसांत मिळत आहेत.



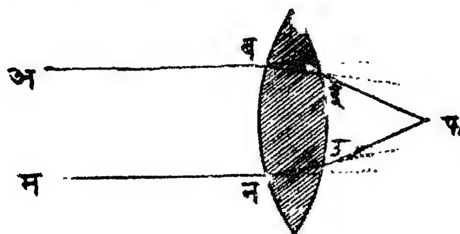
गोलांतर कांच किरणांस अधिक पसरते. पाहा या आकृतींत अ ब क हे किरण गोलांतर कांचेंतून पार जाऊन ड इ फ कडे फांकताहेत.



दर्शनानुशासनाविषयीं.

गोलबाह्य कांचेंतून किरण पार गेल्यावर एके ठिकाणीं कां मिळतात, आणि गोलांतर कांचेंतून पार गेल्यावर आणखी कां पसरतात, याचा आपण विचार करूं.

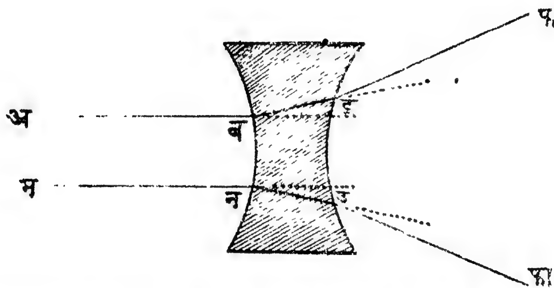
या आकृतींत अ ब हा किरण एका गोलबाह्य भिंगावर जात असतां ज्या वेळेस तो ब ठिकाणीं येतो त्या वेळेस कांचेंत शिरतो, आणि कांच हा दृढपदार्थ आहे सबब तो सरळ जावा तो कांचेच्या दृढतेमुळें ब ड लंबाकडे आकर्षिला जाऊन ब ई कडे जातो. ई ठिकाणीं तो बाहेर पडतो, या मुळें तो ई ठिकाणीं लंबास सोडून अधिकवक्र होतो, कारण त्यास आतां दृढ पदार्थांतून विरळपदार्थांत म्हणजे हवेंत येण्याचें आहे, या मुळें तो फ कडे जातो. याच प्रमाणें दुसरा म किरण वक्रीभवन पावून म न उ फ या



सिद्ध पदार्थविज्ञान.

मार्गानें जातो या प्रमाणें जेवढे किरण त्या भिंगावर येतात त्यांचें वक्रीभवन होऊन ते सर्व फ बिंदु (फोकस) याजवळ मिळाले जातात.

याच प्रमाणें गोलांतर आरशावर किरण आले असतां त्यांवर उलट व्यापार होतो. या ठिकाणीं अ ब कि-



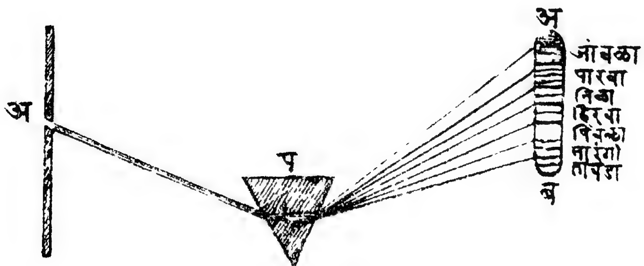
रण पहिल्यानें इ कडे जाऊन पुढें फ कडे जातो आणि म न किरण उ फा कडे जातो.

पारदर्शक पदार्थांतून किरण पार जात असतांना ते लंबाकडे कलतात, आणि पदार्थांतून बाहेर पडले म्हणजे लंबास सोडतात. हा जो नियम तो ते सर्वदा राखीत असतात; परंतु भिंगाच्या आकृती प्रमाणें ते लंब निरनिराळे दिशेंत पडून किरणांवर वर सांगितला व्यापार चालू होतो.

दर्शनानुशासनाविषयीं.

१२५ किरण वक्रीभवनाचा अनुमान भरींव त्रिकोण कांचेवरून चांगलें होतें, आणि त्या कांचेचे योगानें किरणाविषयीं एक मोठी चमत्कारिक गोष्ट समजली आहे. ती अशी कीं, तेजाचा किरण जो साधारणपणानें आपणास पांढरा दिसतो तो तांबडा, पिवळा आणि निळा या रंगाच्या किरणांचे मिश्रणानें झाला आहे.

ही खाली एक आकृति काढली आहे यांत अ हा एक तेजाचा किरण प भरींव त्रिकोण कांचेवर येत आहे, आणि त्या कांचेच्या योगानें त्याचें अ ब भिंतीवर परावर्तन होत आहे. आतां असें पाहाण्यांत येतें कीं, वक्रीभवन होऊन अ ब भिंतीवर जो कि ण



सिद्धपदार्थविज्ञान.

समूह गेलेला आहे त्यांत निरनिराळे रंग आहेत. ते-व्हां यावरून दोन गोष्टी ध्यानांत येतात. म्हणजे त्रिकोणाकृति कांच किरणवक्रीभवन करिते. आणि त्यांचें पृथक्करण ही करिते, म्हणजे निरनिराळे किरणांनीं जो एक तेजाचा किरण झाला असतो ते आतां वेगळे होतात, आणि असे वेगळे होतात तेव्हां कांचेच्यानें त्या सर्वांचें एकसारखें वक्रीभवन करतां येत नाहीं हें सिद्ध होतें. भिंतीवर आपले नजरेस सात रंग येतात, परंतु यांत मुख्य रंग तीन आहेत म्हणजे निळा, पिंवळा, आणि लाल. बाकीचे मिश्रणानें झाले आहेत.

हे सातही रंग जर गोल बाह्य कांचेचे योगानें एकत्र केले तर त्यांचा पुनः प्रकाशित कबडसा होतो.

आकाशांत इंद्र धनुष्य पडतें तेंही याच कारणानें उत्पन्न होतें. पाऊस पडूं लागला आणि त्यावर जर सूर्याचा प्रकाश पडत असला तर पाण्याचे जे बारीक थेंब ते त्रिकोण कांचे सारिखे सूर्याच्या किरणांचे पृथक्करण करून आपणास धनुष्याकृतीनें निरनिराळे रंग दाखवितात, आणि आपण त्यांस इंद्र धनुष्य म्हणतों.

दर्शनानुशासनाविषयीं.

१३६ त्रिकोण कांचेच्या योगानें जेथें रंग उठतात त्या रंगाचे जर ३६० भाग केले तर त्यांतून तांबडा ४५, नारिंगी २७, पिंवळा ४८, हिरवा ६०, निळा ६०, पारवा ४० आणि जांवळा ८० अशी जागा घेतात. आणि याच प्रमाणांनीं हे रंग घेऊन जर मिळविले तर त्यांपासून एक पांढरका रंग उत्पन्न होतो.

निरनिराळे पदार्थ आपण निरनिराळे रंगाचे पाहातों. याचें कारण असें दिसतें कीं, त्यांवर जो प्रकाश पडतो त्याचें पृथक्करण होऊन कोणत्याही एका रंगाचें मात्र परावर्तन होऊन बाकीच्या रंगाचे किरण पदार्थांत नाहींसे होतात, आणि हे परावर्तन पावलेले किरण आपणाकडे येऊन पदार्थ त्या रंगाचा आपणास दिसतो.



सिद्धपदार्थविज्ञान.

चक्षु, दृष्टि, यांवर विचार.

१३७ नेत्राचा आकार गोलाकार आहे. यास दोन स्नायुमय पटलें आहेत. एक नेत्रबाह्यपटल व एक नेत्रमध्यपटल. नेत्रबाह्यपटलास पुढचे बाजूस एक उंचवटा आहे. त्यास काचवत्पिधान असें म्हणतात. हीं पारदर्शक आहेत. नेत्रमध्यपटलाचे समूरचे बाजूस काचवत्पिधानाचे खालीं एक भोंक आहे. त्यास कनीनिका अथवा डोळ्याची बाहुली असें म्हणतात. इजमधून डोळ्यामध्यें प्रकाश किरण शिरतात. कनीनिकेसभोंवती एक रंगीत कोर आहे. हीस कनीनिकापटल म्हणतात. या पटलाचें आकुंचन अथवा प्रसरण होऊन कनीनिकेचें भोंक विस्तृत अथवा संकुचित होतें.

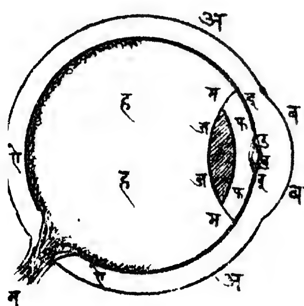
जीं सर्व नेत्रगोलकाचीं पटलें आहेत, त्यांत तीन पारदर्शक पदार्थ आहेत त्यांस नेत्ररस म्हणतात. एक जलरूप रस, दुसरा कांहींसा जाड रस असतो त्यास स्प-

दर्शनानुशासनाविषयीं.

टिकरूप रस म्हणतात, हा नेत्रमध्यपटलास एका स्नायूनें जडून राहिला असतो. तिसरा डोळ्याचे आंतले पोकळींत भरला असतो त्यास काचरूप रस म्हणतात.

डोळ्याचे स्नायुमय पडदे नेत्रांतील पटलांचे रक्षणार्थ केले आहेत. पदार्थांचें प्रतिबिंब नेत्रांतर पटलावर उठतें, आणि तेणेंकरून आपणास पदार्थांचें ज्ञान होतें. डोक्यांतील मेंदूपासून निघून नाकाजवळचे एकावाटेनें डोळ्यांत एक दर्शनज्ञानतंतु शिरून नेत्रमध्य पटलाचे आंतल्या अंगावर बारीक होऊन पसरला आहे, यावर पदार्थांचें प्रतिबिंब उठून त्यांचें या ज्ञानतंतूचे योगानें आपणास ज्ञान होतें.

वरील व्याख्यान पुढील आकृतीवरून चांगलें समजेल.





सिद्धपदार्थविज्ञान.

या आकृतींत अ अ हें नेत्रबाह्य पटल आहे, ब ब हें काचवत्पिधान आहे. स स हें नेत्रमध्य पटल आहे; ड ड ही कनीनिका आहे; इ इ ही कनीनिका कोर आहे स स हा नेत्रबाह्य आणि नेत्र मध्य ह्यांचेमध्यें काळा रंग आहे, त्यामुळें डोळ्यास आंधारे कोठडीची तुळणा येते. फ फ हा जलस्वारस आहे. ज ज हा स्फटिकरूप रस आहे, आणि हा म म स्नायूनें नेत्रमध्यपटलास जडून राहिला आहे. द ह हा पोकळींतला कांचरूप रस आहे. ऐ ऐ हे नेत्रांतर पटलाचे रक्षणार्थ स्नायुमय पडदे आहेत, आणि मेंदूपासून आलेला ज्ञानतंतु नाकाजवळचे एके न वाटेनें डोळ्यांत शिरून ऐऐ ठिकाणीं पसरला आहे.

१३८ जे प्रकाश किरण कनीनिकेमधून डोळ्यांत शिरतात, ते त्या नेत्ररसांतून जाते समयीं वक्रीभवन पावतात, आणि नेत्रांतर पटलावर फोकसांत एकत्र होतात. नेत्रांतर पटलावर जर एकत्र झाले नाहींत तर पदार्थांचें प्रतिबिंब अस्पष्ट होऊन पदार्थ आपणास भुरकट दिसूं लागतात.

दर्शनानुशासनाविषयीं.

नेत्ररसाचे योगानें जें वक्रीभवन होतें तें जर पाहिजे तसें झालें नाहीं तर पदार्थ स्वच्छ कधींही दिसणार नाहीं. यामुळें उलटें बाहुल्यांचे मनुष्यास, म्हाताऱ्यांस, व ज्यांचे डोळ्यांस भूर आली आहे त्यांस साफ दिसत नाहीं.

१३९ नेत्रांतील ज्ञानतंतुवर बाहेरील पदार्थाचें प्रतिबिंब उलट दिसतें, परंतु दृढअभ्यासामुळें आपणास उलटेंसें वाटत नाहीं.

हें समजाण्यासाठीं पुढें आकृति काढली आहे ती पाहावी. यांत अ ब हा एक पदार्थ आहे. या पदार्थाचे प्रत्येक भागापासून आपल्या डोळ्याकडे किरण येत आहेत, ते डोळ्यांतील कनीनिकेंत शिरून डोळ्यांतील रसाचे योगानें वक्रीभवन पावून ज्ञानतंतूवर अ ब ठिकाणीं फोकसांत मिळतात, आणि प



दार्थाचें उलट बिंब उठतें, कारण अ बिंदूचें प्रति-
बिंब डोळ्यांत अ ठिकाणीं खालीं उठलें आहे, आणि
ब चें प्रतिबिंब डोळ्यांत वर उठलें आहे.

या उदाहरणावरून ही गोष्ट ध्यानांत येईल कीं,
बाहेरील पदार्थाचें स्पष्टज्ञान होण्यास त्यांचें प्रतिबिंब
ज्ञानतंतूवर उठलें पाहिजे. आतां बाहेरील पदार्थ जव-
ळ लांब असल्यामुळें त्याचे किरण कमी किंवा अधिक व-
र्धमान गतीनें डोळ्यांत येतात. तेव्हां डोळ्यांच्या अवय-
वांत वेळ पडेल तशी आपली रचना करून घेण्याची
शक्ती असल्याशिवाय त्यांचें प्रतिबिंब ज्ञानतंतूवर
सर्वदां पडणार नाहीं. ही शक्ति ईश्वरानें कांहीं अंशी
डोळ्यांत ठेविली आहे. कोणी अशी कल्पना करितात
कीं, हें काम डोळा आंखूड लांब झाल्यानें होतें. कोणी
म्हणतात कीं, डोळ्यांतील स्फटिकरूप (लेन्सासारखा)
जो रस आहे त्याचे स्थितींत अथवा आकृतींत फेर-
फार झाल्यामुळें हें काम होतें. कोणी अशी कल्पना क-
रितात कीं, डोळ्याचे बाहेरले अंगास जो उंचवटा अ-
सतो, ज्यास काचवत्पिधान असें म्हणतात, त्यांत हो-
तो. त्यांतून कोणत्याही तऱ्हेनें फेर होऊ, परंतु फेर हो-

दर्शनानुशासनाविषयीं.

तोही गोष्ट बरोबर आहे.

१४० म्हातारे मनुष्याची दृष्टि मंद होते. याचीं दोन कारणें आहेत. (१) या वयांत डोळ्यांतील रसाची कमताई होऊन डोळे चापटलेसे होतात, आणि पदार्थाचें प्रतिबिंब ज्ञानतंतूवर पडत नाहीं. (२) या वयात डोळ्यातील रसाची शुद्धता जाऊन ते मलिन होतात, त्यामुळें त्यांस सर्व पदार्थ भुरकट दिसूं लागतात.

डोळे चापट झाल्यामुळें म्हातारे मनुष्याचे दृष्टींत जें अंतर पडतें तें गोल बाह्य चषून्याचे योगानें नाहींसें करितात, कारण चष्मा लावणें म्हणजे म्हातारपणांत जो डोळ्यांस चपटेपणा येतो तो नाहींसा करण्यासारिखें आहे.

कितीएक म्हातारे मनुष्यांचे डोळ्यांतील रस इतके मलिन होतात कीं ते त्यांस अंधकरून टाकीतात. म्हातारपणांत मनुष्यें आंधळीं होतात. हें बहुतांस माहीत आहे.

१४१ स्फटिकरूप जो रस डोळ्यांत आहे त्या-

सिद्धपदार्थविज्ञान.

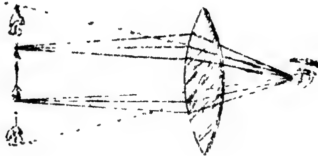
च्या फुगवटा फार किंवा कमी असल्यास किरणांचा फोकस ज्ञानतंतूचे आंत किंवा बाहेर पडून पदार्थ अस्पट दिसूं लागतात.

जीं मनुष्यें समीपदृष्टि आहेत, आणि ज्यांस लांबचे पदार्थ स्वच्छ दिसत नाहींत, त्या मनुष्यांचे डोळ्यांतील स्पटिकरूप रस फार फुगलेला असतो, त्यामुळें किरणांचा फोकस ज्ञानतंतूचे आलीकडेसच होतो. तो फोकस ज्ञानतंतूवर आण्याकरितां त्यास पदार्थ फार जवळ आणावे. लागतात, अथवा लांबचे पदार्थ पाहाण्यास गोलांतर भिंगाचा चष्मा लावावा लागतो. ज्यांचे नेत्ररसाचा फुगवटा फार कमी आहे, त्यांचे डोळ्यांत किरणांचा फोकस ज्ञानतंतूचे बाहेर पडतो, आणि तो ज्ञानतंतूवर आणण्याकरितां त्यांस गोलबाह्य चष्म्याचा उपयोग करावा लागतो.

दर्शनानुशासनाविषयीं दर्शनयंत्रें.

१४२. सूक्ष्मपदार्थ पाहाण्याकरितां ज्या यंत्राचा उपयोग करितात, त्यास **सूक्ष्मदर्शक** यंत्र म्हणतात. त्याचे दोन प्रकार आहेत. पहिलें एकेरी सूक्ष्मदर्शक. दुसरें दुहेरी सूक्ष्मदर्शक.

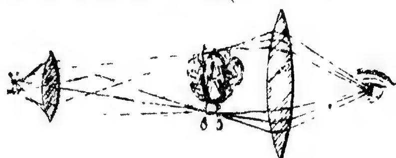
पाहिलें एकेरी सूक्ष्मदर्शकयंत्र असते त्यास एक गोलबाह्य कांच मात्र असते. तिचे फोकसांत पदार्थ ठेवून तिजमधून त्या पदार्थास पाहात असावें म्हणजे गोलबाह्य कांचेचे योगानें दर्शनकोन मोठा होऊन आपणास पदार्थ मोठा दिसूं लागतो. त्याळची आकृति पाहा.



दुसरें सूक्ष्मदर्शकयंत्रांत दोन गोलबाह्य कांचा असतात. त्यांच्या योगानें पदार्थ फारच मोठा दिसतो. कित्येक यंत्रांत दोहोंपेक्षां अधिक कांचा असतात.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

परंतु त्या सर्वांचें काय मोठें दाखविण्याचें आहे. कितीएक यंत्राच्या योगानें पदार्थ मूळ आकृतीहून १००० पटीपेक्षां मोठे दिसतात, दुसरी सूक्ष्म दर्शकाची आकृति दाखविली आहे.



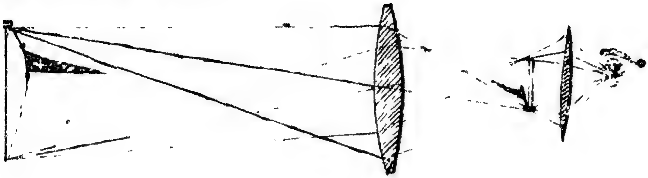
१४३ दुर्बिण. लांबचे पदार्थ पाहाण्याकरितां ज्या यंत्राचा उपयोग करितात, त्यास दुर्बिण असें म्हणतात. दुर्बिण दोन प्रकारची, एक किरण परावर्तक आणि एक किरण वक्रीकारक.

१४४ किरणवक्रीकारक दुर्बिणी स्फुट अथवा उलट आकृति दाखविणाऱ्या असतात.

साधारण दुर्बिणीत दोन भिंगें असतात. त्यांत डोळ्याकडे जें असतें त्यास डोळ्याकडचें भिंग म्हणतात. आणि पदार्थाकडे जें असतें त्यास पदार्थाकडचें भिंग असें म्हणतात. पदार्थाकडचें भिंग मोठें असतें. त्यांत पदार्थापासून आलेले किरण शिरून डोळ्या जवळचे भिंगाजवळ त्यापदार्थाचें प्रतिबिंब उठविता-

दर्शनानुशासनाविषयीं.

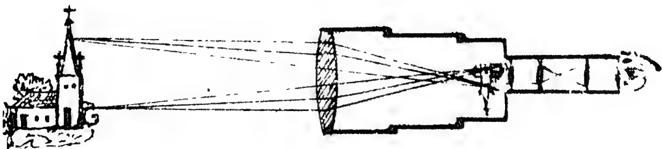
त. तें त्या डोळ्याजवळच्या भिंगाचे योगानें आप णास मोठें दिसतें.



यारीतीनें दुर्बिणींत पदार्थ उलटे दिसतात, म्हणून ईस उलट दुर्बिण असें म्हणतात.

सुलट दुर्बिणींत डोळ्याकडे दोन भिंगें लावावीं लागतात. त्यामुळें सुलट आकृति होते.

उत्कृष्ट रीतीच्या दुर्बिणांत डोळ्याकडे चार भिंगें अ थवा दोन भिंगें असतात, त्यांमुळें पदार्थ फार मोठे दिस तात. दुर्बिणीची आकृति खालीं आहे ती पाहावी.



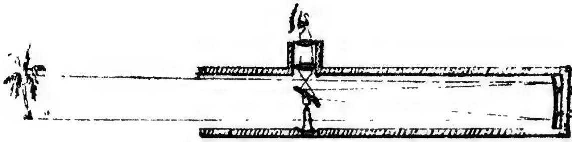
या शिवाय दुर्बिणीच्या पुष्कळ तऱ्हा आहेत त्या एथें सांगितल्या नाहींत.

१४५ किरणपरावर्तक दुर्बिणी दोन प्रकारच्या आहेत. एक न्युटनची, आणि एक ग्रेगोरीची. या दोहीं तऱ्हांत पदार्थाचें किरण पहिल्यानें गोलांतर आरशावर घेतले असतात, आणि त्यांपासून परावर्तन पावून आलेले किरण भिंगांत शिरून आपणास पदार्थ महद्रूपानें दिसतात.

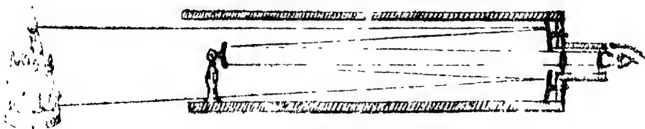
न्युटनची दुर्बिण. एके नळीचे शेवटास एक गोलांतर आरशी ठेविली असते, आणि तिजवरून क्षीयमाणांतरानें येणारे परावृत्त झालेले किरण एक्या ४५ अंश तिर्कस आरशावर घेऊन नळीचे वरले बाजूस एक गोलबाह्य भिंग लावलेलें असतें त्याचे फोकसांत आणलेले असतात, आणि या भिंगांतून आपणास पदार्थ दिसतो.

पुढील आकृती पाहा.

दर्शनानुशासनाविषयीं.



ग्रेगोरीचे दुर्बिणींत जो गोलांतर आरसा नळीचे एके शेवटास बसविलेला असतो. त्याचे मध्य भागीं एक भोंक असतें. आतां कोणत्याही पदार्थापासून या आरशावर किरण आलें म्हणजे ते फोकसांत मिळून त्या ठिकाणीं पदार्थाचें प्रतिबिंब उठतें, परंतु या प्रतिबिंबा-चे जागेवर एक लहानशी गोलांतर आरशी ठेविली अस-ते. ती किरणांस परावृत्त करून मोठे आरशाचे मधले भो कांत जें भिंग ठेविलें असतें त्यावर आणिते. या भिंगां-तून आपणास पदार्थ दिसतो. पुढील आकृती पाहा.



सिद्धपदार्थविज्ञान.

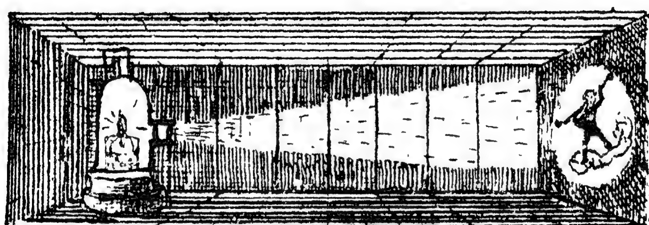
१४६ क्यामोरा आब्स्क्यूरा अथवा आंधारी कोठडी. जर एका कोठडीचे सर्व दरवाजे लावून आंत काळोख केला, आणि खिडकीच्या एका दरवाज्यास एक बारीक भोंक पाडलें तर समोरच्या भिंतीवर बाहरचे पदार्थाचें प्रतिबिंब उठतें. खिडकीचे भोंकास जर एक गोलबाह्य भिंग लाविलें, आणि त्याच्या फोकसांत एक पांढरा कागद धरला तर त्या कागदावरही बाहेरील पदार्थांचें प्रतिबिंब उठतें. एका लहानपेटीस एक नळी लावून तींत एक गोलबाह्य भिंग लावलें, तर त्याचे फोकसांत एक कांच अथवा कागद ठेविला असतां त्यावर बाहेरील पदार्थांचें प्रतिबिंब उठतें. या पेटीस क्यामोरा आबस्क्यूरा म्हणतात.

१४७ माजिक लांटर्न (गोडबंगाली फानस) कांचेचे पत्र्यावर कितीएक चित्रविचित्र चित्रें काढून त्यांच्या प्रतिमा आंधारे कोठडींत पांढरे भिंतीवर पाडण्याकरितां एक तऱ्हेचा कंदील तयार केला असतो. त्यास गोडबंगाली

दर्शनानुशासनाविषयीं.

फानस म्हणतात. याची आकृति खालीं दा-
खविली आहे.

या आकृतींत अ ठिकाणीं कंदिलास दोन भिं-
गें लावलेलीं आहेत, आणि त्या भिंगां मागें चित्रें ठेवा-
वयास जागा आहे. त्यांत चित्र ठेविलें म्हणजे त्याची प्र-
तिमा पुढील ब भिंतीवर पडते हें चित्र भिंगाच्या
फोकसांत ठेवलेलें आहे, आणि कंदिलांत दिवा लावले-
ला असतो, त्यापासून प्रकाश मिळतो.

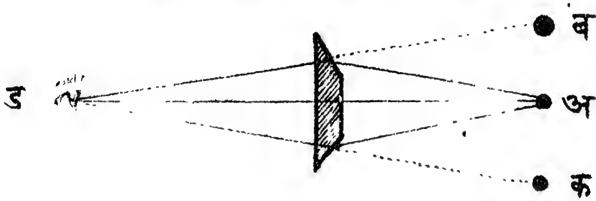


मल्टिप्लाईंग ग्लास. बहुरूपी कांच एका
भरींव कांचेस पुष्कळ सपाट आंगें केलीं म्हणजे वेग -
ळाले आंगानें किरणांचे वेगळे तऱ्हेचें वक्रीभवन हो -
ऊन आपणास एका पदार्थाच्या पुष्कळ प्रतिमा दिस -
तात. गोलांतर आकृती प्रमाणें पुष्कळ सपाट आरशा
एकमेकांस जोडल्या तर बहुरूपी आरसा उत्पन्न होतो.

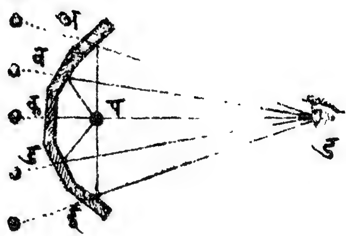
सिद्धपदार्थविज्ञान.

पुढील आकृति पाहाव्या.

या आकृतींत ड डोळ्यास अ पदार्थाचे तीन पदार्थ दिसताहेत, कारण भरींव भिंगाच्या दर आंगांतून एक एक किरण वक्रीभूत होऊन डोळ्यांत येत आहे.



या आकृतींत प पदार्थाच्या ड डोळ्यास पांच प्रतिमा दिसत आहेत. कारण, आरशीस पांच आंगें आहेत, आणि दर आंगांतून एक एक किरण परावर्तन पावून डोळ्यांत येत आहे.



दर्शनानुशासनाविषयी.

१४८ स्थूलदर्शी व लघुदर्शी आरसे मागें सांगितलें आहे कीं, गोलांतर आरशांत प्रतिमा मोठी दिसते. आणि गोलबाह्य आरशांत धाकटी दिसते. या कारणास्तव गोलांतर आरशास स्थूलदर्शी आरसा असें म्हणतात. आणि गोलबाह्य आरशास लघुदर्शी आरसा असें म्हणतात.

टीप, प्रकाशाचे धर्म आणि त्यासंबंधी आणखीच मत्कार याजविषयीं आलीकडे फार शोध लागला आहे, परंतु विद्यार्थ्यांस ते सर्व समजण्यास कठीण म्हणून या पुस्तकांत त्यांजविषयीं कांहीं लिहिलें नाहीं. पुढे लिहिण्यांत येईल. सध्या वातावरण, उष्णता वगैरे याविषयीं कांहीं विशेष विवरण केलें आहे तें पाहावें.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

वातावरण.

या पृथ्वीला वातावरणाचें वेष्टन आहे. पृथ्वीचे पृष्ठ भागावर वातावरणाची उंची सुमारें ५० मैल आहे.

हवेचे आंगीं गुरुत्व आहे. पृथ्वीचे पृष्ठ भागाजवळ म्हणजे जेथें भारमापक यंत्र ३० इंच आहे, व उष्णता ६० आहे अशा ठिकाणीं १ घनफूट हवेचें वजन सुमारें ५.०० ग्रेन होतें.

हवेवर ज्या प्रमाणें भार घालावा त्या प्रमाणें ती दाबली जाते, आणि तीवरील भार ज्या प्रमाणें काढावा त्याप्रमाणें विरळ होते.

हवेची प्रसरणशक्ति नेहमी तीवरील भाराबरोबर असते. म्हणून ती आपणावर जितका भार असेल तितके जोगानें भोंवतालचे सर्व पदार्थांस दाबीत असते.

भारमापक यंत्रांतील पाऱ्यास समुद्राजवळची हवा सुमारें ३० इंचपर्यंत चढविते, परंतु हवेंत जसजसें वर जावें तसतसें भारमापक यंत्र खालीं उतरतें.

समुद्राची पातळी सोडून जसजसें वर जावें तसतशी हवा पातळ होते, व तिचा भार कमी होतो, परंतु

वातावरण.

तो भार भूमितिप्रमाणानें कमी होतो.

समुद्रावर उंची.	हवेचे आकृतीचें महत्व.	हवेचा भार इंच.
०	१	३०
२·७०५	२	१५
५·४१	४	७·५
८·११५	८	३·७५
१०·८२	१६	१·८७५
१३·५२५	३२	०.९३७५
१६·२३	६४	०.४६८७५

भारमापक यंत्राची उत्पत्ति संन १६४३ मांत झाली. याचा मूळ कर्ता टारिसेली, गालिलियोचा शिष्य होता.

भारमापक यंत्रानें जे पृथ्वीवर कांहीं शोध केले आहेत त्यांतून कांहीं खालीं दाखविले आहेत.

पहिला, या हवेंत दोन भरत्या व दोन ओहोट्या दररोज येत असतात. हे फेर होण्याचा काळ सर्व ठिकाणीं सारखाच आहे.

सिद्धपदार्थविज्ञान

	तास
१ले भरतीचा काळ.	१० सकाळचे.
१ले ओहोटीचा काळ.	४ संध्याकाळचे.
२रे भरतीचा काळ.	१० रात्रीचे.
२रे ओहोटीचा काळ.	४ पाहांटेचे.

उष्णकटिबंधांत उभेवर्षांत ही भारमापक यंत्रांत फारसा फेर पडत नाहीं. परंतु शीत कटिबंधांत फार पडतो. उष्णकटिबंधांत भरती ओहोटी मोठी असते, आणि शीतकटिबंधांत हलकी असते.

देश	प्रतिदिवसाचाफेरफार.	अनियमितफेरफार.
	इं०	इं०
हिंदुस्थान.	०.११०	०.५
विलायत.	०.०५०	२.०



उष्णता.

उष्णतेविषयीं पांच तऱ्हांनीं विचार करावे लागतात.

१ उष्णतेचे योगानें पदार्थांचें प्रसरण.

२ पदार्थांची उष्णता वाहक शक्ति.

३ उष्णतेचे योगानें पदार्थाचें रूपांतर.

४ पदार्थांची उष्णत्व ग्रहण करण्याची शक्ति.

५ उष्णतेचें केंद्रोद्गम प्रसरण.

पदार्थप्रसरण.

उष्णतेचे योगानें सर्वप्रकारचे पदार्थ म्हणजे अप्रवाही, प्रवाही आणि वायुरूपी पदार्थ प्रसरण पावतात.

उष्णमापक यंत्राचे भाग करण्याचे तीन प्रकार आहेत.

इंग्लंड देशांत, वितुळणारे बर्फाची उष्णता ३२ आणि कढ आलेल्या पाण्याची उष्णता २१२ मानून, मध्यें १८० भाग मानतात.

फ्रान्स देशांत बर्फाची उष्णता ० आणि कढाचे पाण्याची १०० मानून, मध्यें १०० भाग मानतात.

जर्मनी देशांत बर्फ ० आणि कढाचें पाणी ८० क-

ल्यून, मध्यें ८० भाग मानतात.

निरनिराळे पदार्थांचें प्रसरण.

पदार्थ	प्रसरण.	पदार्थ	प्रसरण.
प्रवाहीपदार्थ.		अप्रवाहीपदार्थ.	
फ्लिंटकांच, – – –	$\frac{१}{१२४८}$	पारा, – – – –	$\frac{१}{५५}$
लोखंड, – – –	$\frac{१}{८२०}$	पाणी, – – – –	$\frac{१}{२२}$
सुवर्ण, – – –	$\frac{१}{६८२}$	नैत्रिकआसिड, –	$\frac{१}{९}$
रूपें, – – – –	$\frac{१}{५२४}$		
तांबें, – – – –	$\frac{१}{५२८}$	सर्व नव्हांचे वायुरूपीपदार्थ,	$\frac{१}{३}$
शिसें, – – – –	$\frac{१}{३५१}$		

हें प्रसरण ३२ उष्णतेपासून २१२ उष्णतेपर्यंत जें होतें तें दिलें आहे, असें समजावें.

पदार्थांची उष्णतावाहकशक्ति.

निरनिराळे पदार्थ आपले मधून उष्णतेस निरनिराळे प्रमाणानें वाहूं देतात. यास उदाहरण. लोखंडाचे एका दांड्याचें एक टोंक तापविलें असतां कांहीं वेळानें दुसरें तोंड हातांत धरवत नाहींसें होतें; परंतु त्याप्रमाणें

पदार्थप्रसरण.

लोकडास होत नाहीं, आणि त्याचें एक टोंक जळत असतां दुसरे टोंकास हातांत धरण्यास कांहीं अवघड पडत नाहीं.

सोन्याची उष्णतावाहकशक्ति १००० मानून दुसरे पदार्थांची वाहकशक्ति खालीं दाखविली आहे.

पदार्थ.	वाहकशक्ति.	पदार्थ.	वाहकशक्ति.
सुवर्ण,	१०००	कथील,	३०४
रुपें,	९७३	शिसें,	१७९
तांबें,	८९८	संगमरवरी धोंडा	२४
लोखंड,	३७४	चिनी माती,	१२
जस्त,	३६३	साधारण माती,	११

उष्णतेस वाहूं देणारे पदार्थांच्या एकाखालीं एक पायऱ्या.

उष्णतेस उत्कृष्ट वाहूं देणारे पदार्थ धातु.

त्यांच्याहून कमी. —— धोंडे.

त्यांच्याहून कमी. —— लांकूड.

त्यांच्याहून कमी. —— कोळसा.

त्यांच्याहून कमी. —— प्रवाही पदार्थ.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

आणि उष्णतेस मुळींच आपणां तून वाहूं न देणारे अथवा फारच अल्प गतीनें वाहूं देणारे---- } वायुरूपी पदार्थ.

असें जरी आहे तरी उष्णता खालचे बाजूनें पोंचली असतां प्रवाही व वायुरूपी पदार्थ फार लौकर तापतात.

लोंकर, रेशीम, पिसें, सच्छिद्र पदार्थ ज्यांचीं छिद्रें वायूनें भरलेलीं आहेत इत्यादि पदार्थ आपणांतून उष्णतेस वाहूं देण्यास फार अडथळा करितात.

विलायत हा देश फार थंड आहे, सबब तापविलेले पाण्याचे नळ घरांतून फिरवून त्यांचे योगानें पाहिजे तितकी उष्णता करून घेतात.



रूपांतर.

उष्णतेचे योगानें पदार्थ आपलें स्वरूप बदलतात, म्हणजे घट्ट पदार्थ पातळ होतात, पातळ पदार्थ वायुरूपी होतात इ०

किती एक पदार्थ आपलें रूप बदलूं लागले म्हणजे कांहीं उष्णतेस नाहींशी करून आपणांत गुप्तपणें राखतात. ही उष्णता जेथपर्यंत गुप्त आहे तेथपर्यंत मोजतां येत नाहीं.

३२ उष्णतेनें बर्फाचें पाणी करणें झाल्यास १४२ उष्णता जेव्हां घालावी तेव्हां तें वितळून जातें, परंतु त्यापासून जें पाणी होतें तें ३२ अंश उष्णतेचेंच होतें तेव्हां १४२ उष्णता जी बर्फ वितुळण्याकडे जाते, ती पाण्यांत गुप्तपणें जाऊन बसते असें म्हणावें.

या गुप्तउष्णतेस अनुद्भूत उष्णता असें म्हणतात. किती एक पदार्थांची अनुद्भूत उष्णता पुढील कोष्टकांत दिली आहे.

पाणी,	१४२°	आल्कोहोल / दारूचीवाफ,	४४२
गंधक,	१४५		
शिसें,	१६२	इथरचीवाफ,	३०२
जस्त,	४९९	टर्पेंटैन तेलाची वाफ	१७८

सिद्धपदार्थविज्ञान.

कथील, - - - -	५००	नैत्रिक आसिडाची वाफ, - - - - - -	५३२
बिसमथ, - - - -	५५०	आमोनियाची वाफ,	८३७
२१२ उष्णतेच्या पाण्याची वाफ, -	९६७	बिनिगार, - - -	८७५

जेव्हां प्रवाहीपदार्थांची वाफ होऊं लागते तेव्हां वाफेचे बुडबुडे उत्पन्न होऊन आपणास कढ आलासा वाटतो. पुढील कोष्टकांत कितीएक पदार्थांस ज्या ज्या उष्णतेनें कढ येतो ती दाखविली आहे.

इथर, - - - - -	९६	टर्पेनटाइनतेल, - -	३१४
आल्कोहालदारू, -	१७२	गंधकाचा अर्क,	६२०
पाणी, - - - - -	२१२	पारा,	६६२
नैत्रिक आसिड, - -	२४८		

ह्या कढ येण्याच्या संधी त्यांच्यावर भार जेव्हां ३० इंचाचा आहे तेव्हांच्या आहेत.

पदार्थावरील भार कमी केला असतां वाफ लवकर होऊं लागते, आणि भार फार घातला असतां कढ येण्यास पदार्थास अधिक उष्ण करावें लागतें.

याप्रमाणानें ६० अंश उष्णतेचे पाण्यासही कढ आणतां येतो, आणि त्यावर लागेल त्याप्रमाणें भार घातला अ-

रूपांतर.

सतां तेंच पाणी ४०० अंश उष्णते पर्यंत ही तापवितां येतें.

कितीएक रसायण मिश्रणांत अनुद्भूत उष्णते विषयीं फार चमत्कार दाखवितां येतात.

खडीचा चुना व पाणी एकवट केले असतां पाण्यास हात लाववत नाही, इतकी उष्णता येते.

बर्फाचा चुरा आणि मीठ हें एकत्र केलें, आणि त्यांत जर उष्णमापक बुडविलें तर मिश्र पदार्थ ० उष्णतेचा होतो.

पाण्याचे वाफचे अनुद्भूत उष्णते विषयीं आणखी एक चमत्कारिक गोष्ट सांगतों. पाण्याची वाफ जसजशी गरम होते, तसतशी त्यांतील अनुद्भूत उष्णता कमी होते. यापासून असें सिद्ध होतें कीं, सारखे वजनाची वाफ किती ही उष्ण असली तथापि ती जर थंड पाण्यांत घातली तर त्या पाण्यास एक सारखेंच उष्ण करील. वाफ अधिक उष्ण असली म्हणजे पाण्यास अधिक गरम करील असें नाहीं.

पाण्याशीं लागलेले पाण्याचे वाफेची प्रसरण शक्ति उष्णते प्रमाणें अधिक किंवा कमी होते.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

पुढील कोष्टकांत निरनिराळे उष्णतेचे वाफेची प्रसरणशक्ति दिली आहे.

उष्णता,	वाफेची प्रसरणशक्ति, इंच.
३२फा	० २००
५०	०.३७५
१००°	१.८६०
१५०	७.४२
२१२	३०.०० अथवा १ भार*
३५९	१०
४१८	२०
४५७	३०
४८७	४०
५११	५०

पाण्यास लागलेली वाफ जसजशी उष्ण होते तसतसें तिचें विशिष्टगुरुत्व ही वाढतें. पुढील कोष्टक पाहावें.

---

* एकभार झाला म्हणजे त्या पदार्थाचा दर चौरस इंचावर १५ रतलांचा भार पडतो. १५ रतल म्हणजे सुमारें पुण्याचे ७½ शेर.

रूपांतर.

२१२ उष्ण हवेचें विशिष्टगुरुत्व १००० मानून हें कोष्टक तयार केलें आहे.

उष्णता.	विशिष्टगुरुत्व.	घनइंचाचें वजन ग्रेनांत.
३२° फा	५. ६९०	०. १३६
५०	१०. २८३	. २४७
१००	४६. ५००	१. ११३
५०	१७०. २८३	४. ०७६
२१२	६२५०००	४. ९६२

कित्ती एक वायुरूपी पदार्थ भाराचे योगानें जलरूप झाले आहेत. वायुरूपी पदार्थांस जलरूपी करण्याच्या दोन रीती. एक त्यांवर पुष्कळ भार घालावा, अथवा त्यांस फार थंड करावें.

फाराडी साहेबानें वायुरूपी पदार्थ जलरूपी केले त्यांची नांवें.

पदार्थ.	भार हवेचे.	उष्णता.
सल्फ्यूरीअसआसिड,	२	४५°. ०
सल्फ्यूरेटेड हैड्रोजन,	१७	५०. ०
कार्बानिक आसिड,	३६	३२. ०
क्लोरैन,	४	६०. ०
नैत्रियस आक्सैड,	५०	५०. ०

* ग्रेन म्हणजे एक गुंज

सिद्धपदार्थविज्ञान.

पदार्थ.	भारहवेचे.	उष्णता.
सैयानोजन,	३.६	४५.०
आमोनिया,	६.५	५०.०
हैड्रोक्लोरिकआसिड,	४०.०	५०.०

यावरून असें समजते कीं, कितीएक पदार्थ थोडके भारानें जलरूपी होतात, आणि कितीएकांस जलरूपांत आणण्यास फार भार घालावा लागतो. सल्फ्यूरिकआसिडास २ भार अथवा ३० रतलांचा भार पुरतो, परंतु नेत्रियस आक्सेड यास ५० भार अथवा सुमारें ७२० रतल अथवा सुमारें २५ मणाचा भार घालावा लागतो.

उष्णताग्रहण.

उष्णतेनें कितीएक पदार्थ लवकर तापतात. कितीएकांस वेळ लागतो. जर एका नियमित उष्णतेनें एक शेर पाणी १०° तापण्यास ३० मिन्युटें लागतात तर तेवढच उष्णतेनें एक शेर तेलास १५ मिन्युटे, व एक शेर पाऱ्यास एक मिन्युट लागतें, म्हणून पाऱ्यापेक्षां पाण्यास उष्णता ग्रहण करण्याची शक्ति ३० पट अधिक आहे असें म्हणतात.

निरनिराळे पदार्थांची उष्णता ग्रहण करण्याची

उष्णताग्रहण.

शक्ति मोजण्याचे तीन प्रकार आहेत.

पहिला प्रकार, पदार्थास नियमित उष्णते पर्यंत तापवून तिचे योगानें नियमित बर्फ किती वितुळतें हें पाहावें.

दुसरा प्रकार, पदार्थास नियमित अंश थंड होण्यास कितीवेळ लागतो तें पाहावें.

तिसरा प्रकार, पदार्थ एकसारखे वजनाचे, परंतु निरनिराळे उष्णतेचे घेऊन त्यांस एके ठिकाणीं मिळवून मिश्रास किती उष्णता येते तें पाहावें.

सारखे वजनाचे निरनिराळे पदार्थांची उष्णता ग्रहण करण्याची शक्ति निरनिराळी आहे, असें वाटतें, परंतु रसायन समाशां प्रमाणें जर त्यांची वजनें घेतलीं तर सर्व पदार्थांचें उष्णता ग्रहण करण्याची शक्तींत चमत्कारिक संबंध आहे असें सांपडतें. तीं प्रमाणें सर्व एक सारखीं येतात, अथवा नियमित गुणकांनीं येतात. पुढील कोष्टक पाहावें.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

पदार्थ.	मारखीं वजनें घेऊन उष्णता ग्रहण करण्याची शक्ति.	रसा० स० प्रमाणें वजनें घेऊन उष्णता ग्रहण करण्याची शक्ति.
पाणी.	१.०००	
टर्पेनटैन तेल,	.४२६	
कांच,	.१९०.	
लोखंड,	११४	३.०९३
जस्त,	०९५	३.०८७
तांबें,	.०९५	३.०१७
पारा,	.०३३	३.७११
रुपें,	.०५७	६.१७४
सोनें.	.०३२	६.४६२

उष्णतेचे उगम.

पहिला, उ० सूर्य, ज्याची उष्णता सर्व तऱ्हांनें उष्णतेंत मुख्य आहे.

दुसरा, पृथ्वी, जीची उष्णता उदरांत पराकाष्ठेची आहे असें अनुमान होतें, एक मैल खोल गेलें असतां

उष्णतेचें उगम.

पृथ्वीची कवची सुमारें ११७ उष्ण होते असा सुमार केला आहे. या प्रमाणें पृथ्वीचे पृष्ठभागाखालीं ४० मैलांवर सर्व तऱ्हेचे पदार्थ रसरूप आहेत असें.

तिसरा, घर्षण. या मुळें ही उष्णता उत्पन्न होते. पदार्थांवर पदार्थ घांसले असतां तापतात. झाडांवर झाडें घांसून रानांत वणवे लागतात.

चवथा, रसायण मिश्रण. चुनखडा व पाणी यांचें मिश्रण केल्यानें ते पदार्थ हातांत धरवेनांत इतके उष्ण होतात. आपले घरांतील विस्तव दिवे वगैरे अग्नि रसायनमिश्रणानें उत्पन्न झाले आहेत. एथें दाह्य पदार्थ आणि हवेंतील आक्सिजन यांचें मिश्रण होत असतें.

तेज.

तेजाचा रसायनशास्त्रांत फारसा उपयोग आहे असें दिसत नाहीं.

तेजाविषयीं पंडितांमध्यें दोन मतें चालू आहेत. एका मता प्रमाणें तेज म्हणजे तैजस पदार्थापासून बारीक कण बाहेर निघतात. दुसरे मता प्रमाणें तेज म्हणजे तैजस पदार्थापासून एका अतिपातळ अशा पदार्थांत ला-

सिद्धपदार्थविज्ञान.

टा उत्पन्न होतात, त्या आहेत. दुसरे मताचे फार लोक आहेत.

तेजस पदार्थापासून किरण निघाला म्हणजे तो सरळ रेषेनें पुढें जात असतो.

हा किरण कोणतेही पदार्थावर आला असतां त्याचे तीन परिणाम होतात.

कितीएक पदार्थावरून तो परावर्तन पावला जातो. परावर्तन कोन पतनकोनाबरोबर असतो.

कितीएक पदार्थामधून किरण आरपार जातो, परंतु पदार्थांतून पार जातांना आपली दिशा बदलतो. यास त्याचें वक्रीभवन झालें असें म्हणतात.

कितीएक पदार्थावरून किरण परावर्तन पावत नाहीं, आणि त्यांतून पारही जात नाहीं, परंतु पदार्थावर आला म्हणजे तेथले तेथेंच नाहींसा होतो.

किरण पदार्थांतून पार जातांना पदार्थाचे अधिक दृढपणानें अधिकवक्रीभवन पावतो. दुसरे पदार्थापेक्षां ज्वालाग्राही पारदर्शी पदार्थांतून अधिकच वक्रीभवन पावतो

पुढील कोष्टकांत कितीएक पारदर्शी पदार्थांचें वक्री-

तेज.

भवन गुणक दिलेले आहेत

पदार्थ.	वक्रीगुणक.	पदार्थ.	वक्रीगुणक.
बर्फ, — —	— १.३०	फासफरस, — — —	२.२०
पाणी, — —	— १ ३४	हिरा, — — — — — —	२.५.
कांच, — —	— १.५०		

एका भरीव त्रिकोण कांचेवर सूर्याचा किरण पडला असतां त्याचें वक्रीभवन होऊन जो बाहेर निघतो त्यांत अनेक रंग दृष्टीस पडतात. त्या रंगांचा क्रम पुढील कोष्टकांत दाखविला आहे.

रंग.

जांबळा,	पिंवळा,
पारवा,	नारंगी,
निळा,	तांबडा,
हिरवा,	

हे सर्व रंग मुख्य तीन रंगांपासून उत्पन्न झाले आहेत. हे कसे झाले आहेत हें खालीं दाखविलें आहे.

जांबळा = निळा + तांबडा.

पारवा = ————————

सिद्धपदार्थविज्ञान.

निळा = ————————

हिरवा = निळा + पिंवळा.

पिंवळा = ————————

नारंगी = पिंवळा + तांबडा.

तांबडा = ————————

सूर्यापासून जो किरण येतो, त्यांत तीन प्रकारचे किरण असतात.

पहिले प्रकाशाचे किरण.

दुसरे उष्णतेचे किरण.

तिसरे रसायन किरण.

भरीव त्रिकोण कांचेंतून प्रकाश किरण बाहेर पडतात, ते सात रंगाचे असतात, म्हणून वर सांगितलें. या रंगाच्या पक्तीत उष्णतेचे किरण तांबडे रंगाचे जवळ आहेत, आणि रसायन किरण जांबळे रंगा जवळ आहेत असें सांपडतें.

कितीएक रसायण मिश्रणें सूर्य प्रकाशानें होतात, परंतु याविषयीं पुढें सांगितलें जाईल.

कितीएक पदार्थांतून किरण पार जातांना दुभागतो, आणि त्याचे दोन किरण होतात.

रंग.

कितीएक पदार्थांवर कितीएक नियमां प्रमाणें किरण तिर्कस आला असतां जो किरण त्या पासून परावर्तन पावतो तो ध्रुवधर्मक होतो. त्यांतून पार गेला असतां ही ध्रुवकर्मक होतो, परंतु या किरणाची ध्रुवधर्मकता वरील किरणाचे ध्रुवधर्मकतेचे विरुद्ध होते.

ज्या पदार्थांत किरण दुभंग होतो, ते दोन्ही किरण ध्रुवधर्मक होतात. इतकेंच हे एकमेकांशीं विरुद्ध धर्मक होतात.

या गोष्टीं विषयीं विशेष वर्णन पुढें केलें जाईल.

उष्णतेचे केंद्रोद्गम प्रसरण.

पदार्थांतून उष्णता दोन प्रकारांनीं बाहेर जाते.

पहिला प्रकार, उष्णता शेजारचे पदार्थांत शिरून पार जाते, आणि मुळचा पदार्थ थंड होतो.

दुसरा प्रकार, केंद्रोद्गम प्रवाहानें पदार्थांतून बाहेर पडून तेजासारखी सरळ रेषांनीं बाहेर फांकत जाते.

ही केंद्रोद्गम उष्णता परावर्तन पावते हिचें एकीकरण होतें. इ०. हिच्या आंगांत तेजासारखे सर्वधर्म उत्पन्न होतात; परंतु सूर्यकिरणाव्यतिरिक्त दुसरे उष्णतेचे किर-

णाच्यानें पदार्थांतून पार जाववत नाहीं.

असें अनुमान झालें आहे कीं, हे किरण कितीएक अवस्थेंत ध्रुवधर्मक होतात.

सर्व पदार्थांमधून उष्णतेचा केंद्रोद्गम प्रवाह एक सारखाच होत नाहीं. काळे पदार्थांतून उष्णता लवकर निघून जाते. स्वच्छपदार्थांतून तिला लवकर जातां येत नाहीं.

पुढील कोष्टकांत कितीएक पदार्थांची केंद्रोद्गम उष्णता सोडण्याची शक्ति दाखविली आहे. यांत काजळाची शक्ति १०० मानली तर.

	सोड० शक्ति.		सोड० शक्ति.
काजळ,	१००	कांच,	९०
कागद,	९८	मळकटशिसें,	४५
स्वच्छशिसें,	१९	झि० रुपें,	१२
स्वच्छ लोखंड,	१५		

यावरून असें लक्ष्यांत येतें कीं, जे पदार्थ जलद उष्णग्राहक आहेत तेच उष्णतेस लवकर सोडतात.

उष्णतापारनेणें.

उष्णता व तेज हीं भिन्न आहेत, कारण कितीएक पदार्थ असे सांपडतात कीं, ते तेजास पार जाऊं देण्यास समान शक्तिमान असून उष्णतेस पार जाऊं देण्यास समान शक्तिमान नसतात.

राकसाल्ट, कांच, व तुरटी हे पदार्थ तेजाविषयीं समपारदर्शक आहेत; परंतु त्या प्रत्येकांवर जर १०० उष्णतेचे किरण आले तर त्यांपैकीं, राकसाल्ट, कांच, व तुरटी यांतून अनुक्रमें ९२, ३९, ९, इतके किरण मात्र पार जातात.

कितीएक पदार्थ एके जातीचे उष्णतेचे किरणांस पार जाऊं देतात. दुसरे जातीचे किरणांस जाऊं देत नाहींत. पुढील कोष्टकांत कितीएक जातीचे पदार्थांतून निरनिराळे जातीचे उष्णतेचे किरण कसकसे पार जातात हें दाखविलें आहे.

या कोष्टकांतील कितीएक जातीचे पदार्थांवर प्रत्येक जातीचे उष्णतेचे १०० किरण घातले आहेत असें समजावें

सिद्धपदार्थविज्ञान.

पदार्थ जाडी ०·१ इंच	१०० किरण खालील पदार्थांपासून.			
	तेलाचा दिवा.	प्लाटिना तापवून लाल झालेला.	उष्ण तांबें उ०७३४	उ० तांबें उ०२१२
राकसाल्ट, (स्वच्छ)	९२	९२	९२	९२
फ्ल्यू अरस्पार,	७८	६९	४२	३३
कांच,	३९	२४	६	०
तुरटी (स्वच्छ)	९	२	०	०
साकर,	८	०	०	०
फ्ल्यू अरस्पार व हिरवा अर्ध पारदर्शक,----	८	६	४	३
बर्फ (स्वच्छ)	६	०	०	०

तेजाचे किरण जसे निरनिराळे रंगाचे आहेत त्याच प्रमाणें उष्णतेचे किरणांत कांहीं प्रकार आहे असा भास होतो.

तेजाचे किरणां प्रमाणें उष्णतेचे किरण ही ध्रुवधर्मक आहेत.

लोहचुंबकाकर्षण.

लोखंड, निकेल, व कोबाल्ट, या तीन धातूंत कधीं कधीं एक चमत्कारिक धर्म सांपडतो, त्यास लोहचुंबकाकर्षण म्हणतात.

लोखंडाला जो आकर्षण करणारा तो लोहचुंबक.

दर लोहचुंबकांत दोन ठिकाणीं आकर्षणशक्ति फार दृष्टीस पडते. हीं दोन ठिकाणें दोन समोरासमोरील टोंकांजवळ आहेत.

दोन टोंकांतील दोन आकर्षणशक्ति विरुद्धव्यापाराच्या असतात. सरूप टोंकें एकमेकांस लोटितात, विरूप टोंकें एकमेकांस ओढितात.

पृथ्वी हा एक मोठा लोहचुंबक आहे. याचे ध्रुवांची स्थिति पुढें दिली आहे.

उत्तरेकडील लोहचुंबक ध्रुव { अक्षांश ७०° उ. रेखांश २७ प.

दक्षिणेकडील लोहचुंबक ध्रुव { अक्षांश ७३ द. रेखांश १३० पू.

लोहचुंबक ध्रुवस्थानें स्थिर नाहींत. परंतु पृथ्वीचे आसा सभोंवतीं हळू हळू फिरत असतात असें सांपडलेलें आहे.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

पृथ्वीवर कोठेंही लोहचुंबकाची उत्तर आणि खरी उत्तर ह्या एक मिळत नाहींत. यांतील अंतरकोनास **चुंबक क्रांति** असें म्हणतात.

पृथ्वीवर कोठेंही लोहचुंबकसमान राहात नाहीं, परंतु त्याचें उत्तर किंवा दक्षिण तोंड खालीं नमतें. या नम्र कोनास **चुंबकनति** असें म्हणतात.

लोखंड आणि चुंबक यांत इतका फेर आहे कीं, लोखंडास चुंबकाचीं दोन्ही तोंडें ओढतात. चुंबकाचें एक तोंड मात्र दुसरा चुंबक ओढतें.

पृथ्वीवर कितीएक जागीं चुंबकक्रांति शून्य असती. अशीं ठिकाणें जर साधलीं तर त्या रेषेस **शून्यक्रांति रेषा** असें म्हणतात. अशा रेषा पृथ्वीवर दोन आहेत.

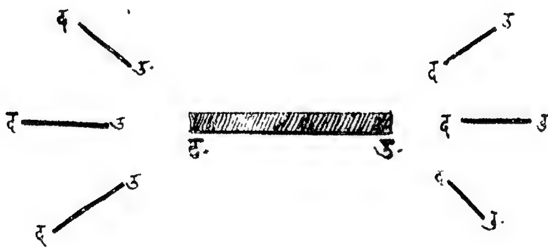
विषुववृत्ताजवळ पृथ्वीवर कितीएक ठिकाणीं चुंबकनतिशून्य असती. अशा ठिकाणांमधून जी रेषा जाते तीस **चुंबकविषुववृत्त** असें म्हणतात. हें वृत्त भूस्थ विषुववृत्ताला दोन ठिकाणीं कापतें.

लोहचुंबकाचे प्रत्येक ध्रुवाचे आकर्षण अंतराचे वर्गाप्रमाणें कमी होतें असें सांपडलें आहे.

लोखंड लोहचुंबकाजवळ आलें म्हणजे प्रतिलोह

लोहचुंबकाकर्षण.

चुंबक होतें. त्या लोखंडाची चुंबकशक्ति त्याचें अंतर लोहचुंबकापासून जितकें अधिक किंवा कमी असेल त्या प्रमाणें कमी किंवा अधिक होती. लोहचुंबकाचा ध्रुव लोखंडाचे आपलेकडचे तोंडास आपले विरुद्ध जाती-चा ध्रुवक करितें. ही तऱ्हा पुढील आकृतीवरून ध्या-नांत येईल.



विद्युल्लता.

कांच किंवा लाख जर एका स्वच्छ रेशिमाचे फड-क्यानें घांसली तर तिचे आंगीं पिसासारखे हलके पदा-र्थ ओढण्याची शक्ति येते, या शक्तीस **विद्युदाकर्षण** असें म्हणतात, आणि या घर्षणापासून जें तेज त्या पदार्थावर उत्पन्न होतें त्यास **विद्युत** असें म्हण-तात.

सिद्ध पदार्थविज्ञान.

एका बाटलीस जर रेशमाचे फडक्यानें खूप घासलें आणि ती बाटली जर कागदाचे बारीक बारीक कपट्यां जवळ नेली तर ते सर्व कपटे उडून त्या बाटलीस चिकटतात.

पदार्थांचा पदार्थांवर कोणतेही तऱ्हेचा व्यापार झाला असतां त्या पासून विद्युत उत्पन्न होते.

विद्युत् दोन प्रकारची. धन विद्युत् आणि ऋण विद्युत्. दोन पदार्थांचें घर्षण इत्यादि व्यापारा पासून विद्युत् उत्पन्न झाली म्हणजे दोन पदार्थांवर दोन प्रकारची येते.

विद्युत् म्हणजे असा एक पदार्थ मानला आहे कीं, तो आपले प्रकृत्यंशांस लोटितो, परंतु दुसरे सर्व पदार्थांस ओढितो.

ज्या पदार्थांमधून विद्युत् साफ आरपार जाऊं शकते, त्या पदार्थांस वाहक पदार्थ असें म्हणतात.

ज्यां मधून तीस पार जातां येत नाहीं त्यांस प्रतिबंधक म्हणतात.

गंधक, कांच, शुष्कहवा, रेशीम इत्यादि पदार्थ प्रतिबंधक आहेत.

विद्युल्लता.

धातु, कोळसा, पाणी, मृत्तिका, इत्यादि पदार्थ वाहक आहेत.

कांच आणि रेशीम हीं एकमेकांवर घांसलीं असतां जी वीज कांचेवर येते तीस धन वीज असें म्हणतात. रेशिमावरचे विजेस ऋण वीज असें म्हणतात.

दोन पदार्थांवर सरूप वीज आली असतां ते एकमेकांस लोटितात, आणि विरूप वीज आली असतां एकमेकांस ओढितात.

एकाजातीचे विजेनें भरलेला पदार्थ दुसरे पदार्थाजवळ आणिला असतां तो दुसरे पदार्थास आपले कडचे बाजूस विरुद्ध वीज आणितो, आणि पलीकडचे बाजूस सजातीय वीज आणितो.

वाहकपदार्थांचीं टोंकें विजेस आपल्यावर फार जलद ओढून घेतात.

लेडनजार म्हणून एक कांचेची कुपी असते, तींत पाहिजे तेवढी वीज जमवून मनुष्यास अथवा जनावरास विजेचा धक्का देतां येतो.

हवेमध्यें वीज कोणत्या रीतीनें उत्पन्न होते हें अद्यून समजलें नाहीं, परंतु आकाशांतील वीज बहुधा

धन असतें.

धातूंचे उंच स्वांबाचे योगानें विजेपासून होणारे अनर्थ दूर करतां येतात.

जर दोन निरनिराळे वाहक पदार्थ, त्यांवर अनियमित व्यापार करणारे पदार्थांत घातले तर विद्युत् जागृत होते, आणि एका धातूंत धन आणि दुसरे धातूंत ऋण वीज उत्पन्न होते.

धन वीज उत्पन्न करणारे पदार्थांशीं, आणि दुसरे पदार्थांशीं जर वाहक पदार्थानें संबंध ठेविला तर विजेचा प्रवाह चालू होतो, आणि रसायनव्यापार जेथपर्यंत चालू आहे तेथपर्यंत हा प्रवाह चालू असतो.

विजेनें भरलेला एक पदार्थ जर दुसरे वाहक पदार्थाजवळ आणिला तर विजेस बाहेर पडण्याची इतकी घाई होते कीं, ती ज्योतिरूपानें अवाज करून दुसरे पदार्थांत जाते. धन व ऋण या विजेचीही गांठ याच प्रमाणें होते.

रसायन व्यापारापासून जी वीज उत्पन्न होते तीस ग्याल्वानिक वीज असें म्हणतात, हीस ग्याल्वानीनें संन १७९० च्या सुमारास पहिल्यानें शोधून काढलें.

संन १८२२ सांच्या सुमारास बर्लिनशहरामध्यें राहा-

णारा प्रोफेसर सीबेक यानें एक शोध केला आहे तो असा कीं, विषम उष्णतेचे अथवा विषम दृढतेचे, आणि विषम उष्णतेचे एकच धातूचे दोन तुकडे एकमेकांचे शेजारीं आणिले असतां त्यांत वीज जागृत होते. ही वीज फारच थोडी असते, म्हणून ती मोजण्यास फार सूक्ष्म यंत्रें लागतात.

वीज आणि लोहचुंबक यांत कांहीं तरी संबंध आहे असें पुष्कळ दिवसांपासून अनुमान झालें होतें; परंतु संन १८१९ यांत कोपनहेगन् या शहरांतील प्रोफेसर इर्स्टीड यानें याजविषयीं चांगला शोध करून नियम बांधले आहेत.

विजेच्या प्रवाहाचा लोहचुंबकावर जो व्यापार होतो तो एक तऱ्हेचाच आहे. लोहचुंबकाचे ध्रुवांस विजेचा प्रवाह ज्या तारेंतून जात आहे ती तार ओढीत नाहीं, व लोटीतही नाहीं, परंतु स्पर्शरेषा प्रवाहानें आपले सभोंवतीं फिरवूं लागते. या प्रमाणें लोहचुंबकाचे दोन्ही ध्रुवांवर विरुद्ध व्यापार घडून चुंबकास तारेशीं काटकोनांत राहावें लागतें.

समुद्रांतील मास्यांपैकीं दोन तीन तऱ्हेचे मासे विजे-

चा धक्का देतात. हे धक्के त्यांनीं फार दिले असतां ते अश‍क्त होतात. या वरून विजेचा स्वभाव आणि शक्ति यांत मोठा संबंध आहे असें दिसतें.

विद्युत् दर्शक यंत्र असें असतें कीं, एक तांब्याची लांब तार घेऊन तिचे संभोंवतीं रेशिमाच्या दोरीचे लपेटे दिले असतात, आणि ती तार वांकवून तिला पुष्कळ वेढे दिले असतात, आणि त्या वेढ्यांच्या मध्यभागीं एक लोहचुंबक असतो. तो विजेच्या प्रवाहाचे दिशेप्रमाणें उजवेकडे अथवा डावेकडे फिरतो. या वेढ्यांस विजेचे वेढे असें म्हणतात.

जर एका लहान कुपींत थोडेंसें खारें पाणी घालून त्यांत जस्त आणि तांबें यांचे दोन पत्रे घातले, आणि त्यांस तांब्याचे तारेच्या वेढ्यांचा समुदाय जोडिला आणि त्या यंत्रास लांकूड लावून पाण्यांत तरेसें केलें तर तें लोहचुंबकाचे सर्व धर्म दाखवितें.

लोखंडाचा एक तुकडा घेऊन त्या भोंवतीं जर तांब्याचे तारेनें विजेचे फेरे केले आहेत. तर त्या कांबेंत लोहचुंबकाचे सर्व धर्म येतात. लोखंडाचे जागीं जर पोलाद घातलें तर त्यांत लोह लोहचुंबकपणा सतत राहा-

विद्युल्लता.

णारा होतो.

लोहचुंबकापासून वीज उत्पन्न करतां येते. जर एखादे फार जोराचे नालाकृति चुंबकाचे समोरच्या लोखंडाच्या पट्ट्या भोंवतीं तारेचे वेढे लाविले, आणि त्या पट्ट्यास सभोंवतीं भराभर फिरविलें तर त्यापासून विजेचें तेज आणि धक्का हीं काढतां येतात.

विजेचे एकदेशी प्रवाह सन्निध आले असतां ते एकमेकांस ओढितात, परंतु विरुद्ध दिशेचे एकमेकांजवळ आले असतां एकमेकांस लोटितात.

पृथ्वीचे चुंबकत्वाविषयीं आतां असें समजलें आहे कीं, सूर्याचे उष्णतेनें पृथ्वीवर विषम उष्णता उत्पन्न होऊन पृथ्वीवर पूर्वपश्चिम प्रवाह उत्पन्न होतात, त्यामुळें सर्व ठिकाणीं लोहचुंबक उत्तरेस तोंड करितात.

टेलेग्राफ अथवा विजेचे योगानें बातमी पोंचविण्याचें यंत्र. मागें सांगितलें कीं, सुतानें वेष्टित झालेल्या तांब्याचे तारेचे गुंडळ्यांतून विजेचा प्रवाह गेला असतां मधील लोहचुंबकास धन ऋण प्रवाहा प्रमाणें डावेकडे अथवा उजवेकडे धक्का देतो. आतां ज्या ठिकाणीं बातमी पोंहचवावयाची आहे त्या ठिकाणीं हें गुंडाळें ठेविलें असतें

सिद्धपदार्थविज्ञान.

आणि ज्या ठिकाणाहून बातमी घ्यावयाची असते त्या ठिकाणीं विज उत्पन्न करण्याचें यंत्र ठेविलें असतें या दोन ठिकाणांत, लोखंड किंवा तांबेचे तारेचा संबंध ठेविला असतां यामुळें एके ठिकाणीं वीज उत्पन्न केली म्हणजे त्या तारेंतून दुसरे ठिकाणीं जाऊन तेथील गुंडळ्यांत शिरून त्यांतील लोहचुंबकास मागें पुढें हेलकावे देती, आणि हेलकाव्यांवर भाषा बांधलेली आहे त्यामुळें इकडची बातमी तिकडे समजती विजेचे योगानें बातमीनेण्याचा इतका सपाटा आहे कीं त्याचें अनुमान करावयासही कठीण. दाहा किंवा अकरा हात उंचीवरून एक धोंडा टाकिला असतां त्यास जमिनीजवळ येण्यास जितका वेळ लागतो तितक्यांत ही बातमीची वीज हजार कोस लांब जाते. तेव्हां हिच्या जलदीचा विचार करा.



ज्योतिःशास्त्र.

१ पृथ्वी, सूर्य, चंद्र, ग्रह, धूमकेतु आणि तारागण यांच्या गति आणि तज्जन्य दर्शनीय चमत्कार यांजविषयीं ज्यांत सांगितलें असतें त्यास ज्योतिःशास्त्र म्हणतात.

शिकणारानें आकाशांतील कितीएक मोठाले जडांच्या गति स्वतां पाहून अनुभवाव्या. पहिल्यानें सूर्य कोठें उगवतो, कोठें मावळतो, व उदयापासून अस्तापर्यंत त्याची गति कशी असते, हें पाहावें. नंतर चंद्र व कितीएक तारे यांचे गतीवर लक्ष द्यावें.

नंतर त्याणें ध्रुवताऱ्यावर लक्ष द्यावें. हा तारा आपली जागा सोडून पलिकडे गेला आहे असें कधींही होत नाहीं. सर्व तारागण त्यांज भोंवतालीं रोजची एक प्रदक्षिणा करितात. कितीएक तारे कधींही मावळत नाहींत, परंतु ध्रुवा भोंवतीं फिरत असतात, असें दिसण्यांत येईल.

या प्रमाणें त्याणें स्वतां अनुभवून घ्यावें आणि पुढें जें लिहिलें आहे त्यावर लक्ष द्यावें, म्हणजे त्यास ज्योतिःशास्त्राची चांगली माहीतगारी होईल. पुढें जे सिद्धांत दिले आहेत

सिद्धपदार्थविज्ञान.

ते हजारों वर्षांचे वेधावरून सिद्ध झालेले आहेत.

२ ग्रहमाळेंत सूर्य मध्यस्थानीं असून त्या भोंवतालीं सर्वग्रहांचें यथायोग्य रीतीनें परिभ्रमण होतें. ते ग्रह मुख्य पंचवीस आहेत. त्यांत मोठे आठ आणि लहान तीस+ आहेत. मोठे मुख्य ग्रह आठ त्यांचीं नांवें व क्रम, बुध, शुक्र, पृथ्वी, मंगळ, बृहस्पति, शनि, युरेनस, (हर्शल,) नेप्च्यून, (वरुण.)

लहान मुख्य ग्रह तीस त्यांचीं नांवें व क्रम, क्लोरा, वेस्टा, ऐरिस, हीब, आस्त्रे, जूनो, सिरीज्, पालास, मेटिस, हिजिआ, विक्टोरिया, पार्थिनोप, इगेरिया. ऐरीन्, युनोमिया. प्सीचे, थेटिस्.

ग्रहां भोंवतीं फिरणारे उपग्रह एकवीस आहेत. पृथ्वीचा एक चंद्र, बृहस्पति चार, शनीस आठ, युरेनसास सात आणि नेप्च्यूनास एक.

धूमकेतु अगणित आहेत. त्यांतून परि-

+ सन १८५० सुमारास या लहान ग्रहां पैकीं चार मात्र ठाऊक होते परंतु हल्लीं (१९०६) तीस्सां पडले आहेत. पुढें किती मिळतील याचा सुमार करवत नाहीं.

ज्योतिःशास्त्र.

भ्रमण करणारे असे साहा सांपडले आहेत. बाकींच्यांविषयीं अझून चांगलें समजलें नाहीं.

ग्रहमाला क्रमाविषयीं प्राचीनकाळीं अनेक प्रकारचीं मतें असत. हल्लीं जें मत चालू आहे त्यास कापरनिकाची माला असें म्हणतात.

पहिला प्रकार, पृथ्वी स्थिर असून तिज सभोंवतीं पहिल्यानें सूर्य, नंतर चंद्र, मग इतर ग्रह, या प्रमाणें पौराणिक मत आहे. हें मत अगदीं प्राचीन व मनःकल्पित आहे.

दुसरा प्रकार, पृथ्वी स्थिर असून तिज भोंवतालीं ग्रह पुढील क्रमानें फिरतात. क्रम, चंद्र, बुध, शुक्र, रवि, मंगळ, गुरु व शनि. हें मत प्राचीनकाळीं मिसर देशांत टालमी म्हणून ज्योतिषी झाला त्याचें आहे. हें पौराणिकमतापेक्षां कांहीं खरें आहे, परंतु या क्रमानें ग्रहांची वक्रगति दाखवितां येत नाहीं.

तिसरा प्रकार, हिंदू ज्योतिषी भास्कराचार्य आदिकरून झाले त्यांनीं अशी कल्पना केली कीं, पृथ्वी स्थिर राहून तिज सभोंवतीं चंद्र, बुध, शुक्र, रवि, मंगळ,

सिद्धपदार्थविज्ञान.

गुरु आणि शनि या प्रमाणें ग्रह फिरतात खरे परंतु ग्रह मध्य ग्रह कक्षेंत नसतात, तर ग्रह आपले प्रतिवृत्तांत फिरतात, आणि प्रतिवृत्तांचा मध्यकक्षेंत असतो. या रीतीनें ग्रहांचे वक्रगतीचें उपपादन करितां येतें, खरेंपरंतु चंद्रशिवायकरून बाकीचे ग्रहांच प्रतिवृत्ताचा मध्य सूर्याकडे आहे अशी कल्पना आमचे प्राचीन ज्योतिष्यांस करावी लागली. अर्थात या मता प्रमाणें खोल बुद्धीनें पाहिलें असतां चंद्रशिवाय करून सर्वग्रह सूर्या सभोंवतीं फिरतात असें म्हटल्या सारखें झालें.

चवथा प्रकार, इजिप्टचे म्हणजे मिसरदेशाचे लोकांत कांहीं दिवस पुढील मत चालू होतें. त्या मता प्रमाणें चंद्र, सूर्य, मंगळ, गुरु, आणि शनि हे पृथ्वी भोंवती फिरतात, आणि बुध व शुक्र हे सूर्या भोंवतीं फिरतात, या-रीतीनें बुधशुक्रांच्या दृश्यगती काढतां येतात, परंतु मंगळ, गुरु आणि शनि यांच्या काढतां येत नाहींत.

पांचवा प्रकार, टैको ब्राह (डेनमार्कामधील ज्योतिषी) याणें आमचे हिंदू ज्योतिष्यांनीं जें मत गुप्तपणें स्वीकारलेंसें केलें होतें तें त्याणें उघड स्वीकारलें. तें

मत चंद्र आणि सूर्य पृथ्वी भोंवतीं फिरतात, परंतु बाकी राहिलेले सर्वग्रह सूर्या भोंवती फिरतात असें होतें.

साहावा प्रकार, शेवटचें म्हणजे आतां जें चालू आहे तें मत कापरनिकस या ज्योतिष्यानें स्थापित केलें. हें मत अझून हिंदूस्थानांत चालू नाहीं, परंतु इंग्लिशांची विलायत, यूरप, अमेरिका इत्यादि ठिकाणीं जेथें ग्रहांचे वेध फार उत्कृष्ट रीतीनें करितात तेथें चालू आहे. क्रिस्ताचे अगोदर सुमारें पांचशें वर्षा पूर्वीं पिथागोरस याणें हें मत स्वीकारलें होतें. हिंदुस्थानांत आर्यभट म्हणून एक ज्योतिषी झाला त्याणें ही स्वीकारलें होतें, परंतु तें मत लोकांनीं पुढें सोडून दिलें, तें आणखी इसवी सनाच्या सोळाव्या शंकड्यांत कापरनिकस यानें चालू केलें, तें हळू हळू वाढतां वाढतां आतां फार फैलावलें आहे. हें मत खरें आहे. यारीतीनें ग्रहांच्या सर्व गतींचें ज्ञान होतें. या मतांत सूर्य स्थिर राहून त्या सभोंवतीं, बुध, शुक्र, पृथ्वी, मंगळ, लहानग्रह, गुरु, शनि, हर्शल आणि नेप्-

स्वस्तिक म्हणतात. खस्वस्तिकापासून क्षितिजापर्यंत वर्तुळपाद म्हणजे ९० अंश आहेत.

६ पृथ्वीच्या अथवा आकाशाच्या उभयध्रुवांतून जीं वर्तुळें जातात त्यांस **याम्योत्तरें** म्हणतात. कोणेकस्थळाचे खस्वस्तिकांतून जाणारें जें याम्योत्तर तें त्या स्थळाचें याम्योत्तर म्हणतात.

७ खस्वस्तिकापासून ताऱ्यापर्यंत जें अंतर त्यास **नतांश** म्हणतात. क्षितिजापासून ताऱ्यापर्यंत जें अंतर त्यास **उन्नतांश** म्हणतात. नतांश + उन्नतांश = ९०

८ क्षितिजावरील पूर्व अथवा पश्चिमबिंदूपासून उदयस्थ अथवा अस्तस्थ जो ग्रह त्यापर्यंत जें अंतर त्यास **अग्रा** म्हणतात. क्षितिजावरील साधारण कोणतेही कोनास **दिक्कोन** म्हणतात. क्षितिजावरील उत्तर बिंदूपासून मोजलेले क्षितिजावरचे कोनास **समकोन** म्हणतात.

९ मध्यवृत्तापासून अथवा विषुववृत्तापासून कोणत्याही स्थळापर्यंत जें गोलावर अंशात्मक अंतर असतें त्यास **अक्षांश** म्हणतात. **अक्षांश** उत्तर किंवा

ज्योतिःशास्त्र.

दक्षिण असतात.

१० नियमितस्थलाचें याम्योत्तर आणि आपलें याम्योत्तर यांमध्यें विषुववृत्ताचे जितके अंश सांपडतात त्यांस **रेखांश** अथवा **रेखांतर** म्हणतात. रेखांश पूर्व अथवा पश्चिम असतात.

११ पृथ्वीचे ध्रुवांसमोर जे आकाशांतील बिंदू त्या बिंदूस खस्थध्रुव म्हणतात. खस्थध्रुवापासून ९० अंशांवर जें वृत्त त्यास **खस्थविषुववृत्त** म्हणतात हें वृत्त आकाशाचे बरोबर दोन भाग करतें खस्थविषुववृत्त भूस्थविषुववृत्तासमोर असतें.

१२ आकाशांत ज्या मार्गानें सूर्य आपली वार्षिक प्रदक्षिणा करितोसा दिसतो त्यास **क्रांतिवृत्त** म्हणतात. क्रांतिवृत्त विषुववृत्तास दोन ठिकाणीं छेदितें त्यांतून एका ठिकाणास **मेषसंपात** आणि दुसऱ्यास **तुलासंपात** म्हणतात. क्रांतिवृत्त विषुववृत्ताशीं २३ $\frac{१}{२}$ अंश तिर्कस आहे. या अंशांस क्रांतिवृत्ताचें तिर्यक्त्व म्हणतात

१२ विषुववृत्तापासून दोहीं बाजूस २३ $\frac{१}{२}$ अंशांवर जीं वृत्तें आहेत त्यांस **अयनवृत्तें** म्हणतात. ध्रुवांपासून

सिद्धपदार्थविज्ञान.

२३ १/२ अंशांवर जीं वृत्तें आहेत त्यांस **ध्रुववृत्तें** म्हणतात. अयनवृत्तें दोन. एक कर्कवृत्त, दुसरें मकर वृत्त.

१४ खस्थविषुववृत्तापासून खस्थ पदार्थापर्यंत जें अंतर त्यास **क्रांति** म्हणतात. ताऱ्यांतून जाणारें याम्योत्तर आणि मेष संपात यांमध्यें विषुववृत्ताचे जितके अंश येतात त्यांस **विषुवांश** म्हणतात. खस्थपदार्थापासून क्रांतिवृत्तापर्यंत जें अंतर त्यास **शर** म्हणतात. शर आणि मेषसंपात यांमध्यें जे क्रांतिवृत्ताचे भाग येतात त्यांस **भोग** म्हणतात.

१५ रविमध्य घेऊन ग्रहांची स्थिति ज्या प्रमाणें दिसेल त्यास **रविकेंद्रस्थिति** म्हणतात. आणि पृथ्वीमध्य घेऊन जी स्थिति दिसेल तीस **भूकेंद्रस्थिति** म्हणतात.

१६ जेव्हां दोन ग्रह एका राशींत समअंशीं होतात तेव्हां त्यांचा संगम अथवा युति झाली असें म्हणतात. समोरासमोर येतात तेव्हां ते षड्राश्यंतरित झाले असें म्हणतात.

१७ अयनवृत्तें व ध्रुववृत्तें यांचे योगानें पृथ्वीचे पांच

भाग होतात. दोन अयनवृत्तांत, उष्णकटिबंध, अयनवृत्तें आणि ध्रुववृत्तें यांत समशीतोष्णकटि-बंध; आणि ध्रुववृत्तांचे मधले प्रदेश शीतकटिबंध.

४ आपले आंसा सभोंवतीं पृथ्वी पश्चिमे पासून पूर्वेकडे फिरते, त्यामुळें आपणास खस्थ पदार्थ पूर्वेकडून पश्चिमेकडे जाता-तसें वाटतें.* या फिरण्याचा परिणाम दिवस रात्र होय.

ज्या दिशेंत सूर्य असेल त्या दिशेकडचा अर्धगोल प्रकाशित आणि बाकीचा गोल अप्रकाशित असतो. आणि पृथ्वी फिरण्यामुळें तिजवरील सर्व भाग क्रमानें एकदां प्रकाशांत आणि एकदां अंधारांत येतात, आणि सर्व ठिकाणीं दिवस रात्र होते.





५. सूर्या भोंवतालीं पृथ्वीची प्रदक्षिणा ३६५ दिवस ६ अवर ५६ मिन्युटें, आणि ४ सेकंद, इतके काळांत होते. परंतु आपण पृ-

* आकृती १०९ वे पत्रांत पाहा.

पृथ्वीवर राहातों या मुळें आपणास पृथ्वी भोंवतीं सूर्य प्रदक्षिणा करितो असें दिसतें.

६ क्रांतिवृत्त ज्याचे मध्यभागीं आहे असा आकाशांतील सुमारें वीस अंश रुंदीचा पट्टा यास राशिचक्र म्हणतात.

७ राशिचक्राचे बारा भाग केले आहेत, आणि त्यांस राशि अशी संज्ञा दिली आहे. राशि बारा आहेत, त्यांचीं नांवें.

१	मेष,	♈	७	तूळ,	♎
२	वृषभ,	♉	८	वृश्चिक,	♏
३	मिथुन,	♊	९	धन,	♐
४	कर्क,	♋	१०	मकर,	♑
५	सिंह,	♌	११	कुंभ,	♒
६	कन्या,	♍	१२	मीन,	♓

या राशींची आकाशांत ओळख व्हावी म्हणून, राशिचक्रांत राशींचे सुमारास जीं नक्षत्रें येतात त्यांतून कितीएकांचा समूह घेऊन त्यांस कल्पित आकृति दिल्या आहेत.

८ सूर्या सभोंवतीं पृथ्वी ज्या मार्गानें प्रद-

ज्योतिःशास्त्र.

क्षिणा करिते त्या मार्गाशीं ६६½ अंश तिर्क-स तिचा आंस आहे. म्हणून विषुववृत्त आ-णि क्रांतिवृत्त यांत २३½ अंशांचा कोन होतो.

९ दोन स्थळांतील रेखांतर काढणें झा-ल्यास, कांहीं एक खस्थ चमत्कार एकवेळीं दोन ठिकाणांतून पाहावे म्हणजे सांपडतात.

जर एखादें चंद्रग्रहण दोन मनुष्यांनीं दोन निर-निराळे स्थळांतून पाहिलें तर त्या दोघांस ही एकावेळीं दिसेल, परंतु दोघांचे ही स्थळपरत्वें काळ वेगळाले आ-हेत, म्हणून त्यांत जेवढें अंतर तेवढें रेखांतर आहे. चंद्र ग्रहण जर मुंबईस संध्याकाळचे ६ तास ३३ मि-न्युटांनीं लागलें, तर विलायतेस तेंच ग्रहण ११ तास २४ मिन्युटांनीं लागलें आहे. या कालांचें अंतर म्ह-णजे ४ तास ५१ मिन्युटें हें विलायत व मुंबई या म-धील रेखांतर झालें. रेखांतर अंशांत काढावें लाग-ल्यास दर तासास १५ अंश धरावे.

१० जे एकमेकांसमोर परंतु एकाच समां-तर अक्षवृत्तावर राहातात त्यांस ऋतु एक

सिद्धपदार्थविज्ञान.

सारिखेच असतात, परंतु काल विरुद्ध असतात. म्हणजे एकास सकाळ तर दुसऱ्यास संध्याकाळ.

११ जे एका याम्योत्तरावर राहातात, परंतु विरुद्ध अक्षांशांवर असतात त्यांचे तास एकसारखे, परंतु ऋतु मात्र विरुद्ध असतात म्हणजे एके ठिकाणीं उन्हाळा तर दुसरे ठिकाणीं हिंवाळा.

१२ एकमेकांच्या पायांखालीं जे राहातात म्हणजे जे विरुद्ध याम्योत्तरावर आणि विरुद्ध अक्षांशांवर असतात त्यांस ऋतुही विरुद्ध असतात आणि कालही विरुद्ध असतात.

१३ ज्या मार्गानें पृथ्वी सूर्या सभोंवतीं प्रदक्षिणा करिते तो मार्ग वर्तुळाकार नाहीं, परंतु दीर्घवर्तुळाकार आहे, आणि दीर्घ वर्तुळाचे एका फोकसांत म्हणजे एका केंद्रांत सूर्य आहे.

ज्योतिःशास्त्र.

रविबिंब सर्वदां सारखें दिसत नाहीं, परंतु लाहान मोठें दिसतें. ज्या वेळेस सूर्यापासून पृथ्वी अति दूर असते, त्या वेळेस ती उच्चांत आहे असें म्हणतात. ज्या वेळेस फार जवळ असते त्या वेळेस ती नीचांत आहे असें म्हणतात.

१४ पृथ्वीवर जी हवा आहे तिजवर सूर्योदया पूर्वी जे किरण पडतात त्यांस ती हवा पृथ्वीवर परावृत्त करिते आणि आपणास अरुणोदय होतो. याच प्रमाणें सूर्यास्तानंतर झांजड उजेड असतो.

१५ पृथ्वीचे कक्षेवर पृथ्वीचा आंस तिर्कस आहे, लंब नाहीं. या मुळें ऋतु उत्पन्न होतात.

पृथ्वीचा आंस कक्षावृत्तावर जर लंब असता तर त्याचे दररोज तेच ते भाग सूर्या समोर आले असते, परंतु तो तिर्कस आहे या मुळें निरनिराळे दिवशीं निराळे भाग सूर्या समोर येतात.

आतां मार्चचे २१ तारखेपासून सप्तंबरचे २१ तारखे पर्यंत सूर्याचे किरण पृथ्वीचे उत्तर गोलार्धांत

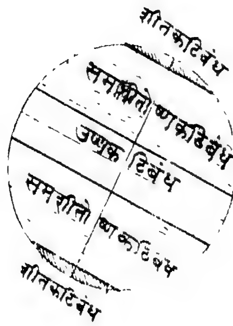
सिद्धपदार्थविज्ञान.

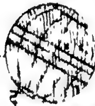
लंब असतात, आणि सप्तंबरचे २१ तारखेपासून मार्चचे२१ तारखे पर्यंत दक्षिण गोलार्धांत लंब असता-त. यामुळें जिकडे लंब असतात तिकडे उन्हाळा हो-तो, आणि दुसरीकडे हिंवाळा असतो.

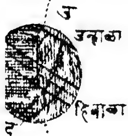
सूर्या सभोंवतीं प्रदक्षिणा करतांना पृथ्वी आप-ला आंस एका दिशेंत ठेवते.

या आकृतींत जूनचे २१ तारखेस जशी पृथ्वी असते तशी ब ठिकाणीं काढली आहे आणि सप्तंबर चे २१ तारखेस जशी असते तशी अ ठिकाणीं काढ-ली आहे, पृथ्वी ब ठिकाणीं जेव्हां असते तेव्हां तिचे उ टोंक (ध्रुव) नेहमीं प्रकाशांत असतें आणि द टोंक नेहमीं आंधारांत असतें. तीच अ ठिकाणीं येते ते-व्हां उ टोंक आंधारांत जातें, आणि द टोंक प्रकाशांत येतें. या मुळें प्रत्येक ध्रु टोंकावर साहा माहिने प्रकाश (दिवस) आणि साहा माहिने आंधार (रात्र) असतो. ध्रुवांपासून जे भाग अंतरानें असतात त्यांचे अंतरा प्रमाणें त्यांस मोठे लाहान दिवस होतात.

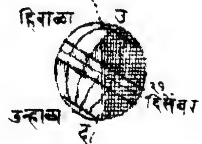
ज्योतिःशास्त्र.


शीतकटिबंध
समशीतोष्णकटिबंध
उष्णकटिबंध
समशीतोष्णकटिबंध
शीतकटिबंध


समरात्रिदिन


उ
उन्हाळा
हिवाळा




हिवाळा
उ
डिसेंबर
उन्हाळा



सिद्धपदार्थविज्ञान.

१ सूर्य उत्तरेकडेस येऊं लागला म्हणजे उत्तरगोलार्धांत दिवस मोठे होऊं लागतात, आणि मध्यान्हकाळीं सूर्य **खस्वस्तिका** जवळ अधिक अधिक येऊं लागतो; या दोन्हीं कारणांमुळें दिवसाची उष्णता फार होऊन उन्हाळा होतो दक्षिणगोलार्धांत याचे उलट होतें.

२ सूर्य दक्षिणेकडे जाऊं लागला म्हणजे उत्तर गोलार्धांत दिवस लाहान होऊं लागतात, आणि मध्यान्ह काळीं सूर्य खस्वस्तिकापासून लांब जाऊं लागतो या दोन्ही कारणांमुळें दिवसाची उष्णता कमी होऊन आपणांस हिवाळा होतो दक्षिण गोलार्धांत याचे उलट होतें.

१६ **सावनदिवस**, म्हणजे सूर्योदयापासून सूर्योदयपर्यंत जो काळ तो. **नाक्षत्रदिवस**, म्हणजे नक्षत्रोदयापासून नक्षत्रोदयपर्यंत जो काळ तो. **तिथि** म्हणजे सूर्यापासून बारा अंश लांब जाण्यास चंद्रास जो काळ लागतो तो.

ज्योतिःशास्त्र.

कालमानाचें कोष्टक.

६० सेकंद	=	१ मिन्युट.	६० पळें	=	१ घटिका.
६० मिन्युटें	=	१ तास.	६० घटिका	=	१ दिवस.
२४ तास	=	१ दिवस.			

२½ पळें = १ मिन्युट.

२½ घटिका = १ तास.

ग्रहमालावर्णन.

१७ **सूर्य**, सूर्य हा स्वप्रकाशक. गोलाकार, जडपदार्थ, सर्वग्रहकक्षांचे मध्यभागीं राहाणारा असा आहे. याचा व्यास ८८२ हजार मैलांचे वर आहे. हा आपले आंसावर २५ दिवस, १० अवर इतके काळांत एक फेरा करितो. याचें पृथ्वीपासून अंतर सुमारें ९५ लक्ष योजनें आहे.

* (१० मैल = १ योजन)

सिद्धपदार्थविज्ञान.

प्रकाश आणि उष्णता यांचें मूळ सूर्य आहे. यास प्रकाश आरंभीं कोठून आला याचा कोणास शोध नाहीं. याचें तेज साधारण दिव्याचा एक फुटीवर जो प्रकाश पडतो त्यापेक्षां सुमारें ७००० पटीपेक्षां अधिक आहे.

दुर्बिणीतून जर सूर्यास पाहिलें तर त्याचे शरीरावर कांहीं डाग आहेत असें दिसतें. हे डाग स्थिर नसतात, परंतु चलित झाल्या प्रमाणें दिसतात. यांचे गतीवरून सूर्य आपले आंसावर कितीवेळांत एक प्रदक्षिणा करितो हें जाणतां आलें आहे. सूर्य व त्यावरील डाग यांविषयीं हर्शल साहेबाचें असें मत आहे कीं सूर्य स्वतां दुसरे ग्रहाप्रमाणेंच अप्रकाशक आहे, परंतु त्यावर तेजोमय हवेचें वेष्टन आहे, ह्यामुळें आपणास तो सतेज दिसतो. याचे शरीरांत कांहीं ज्वालामुखी इत्यादि व्यापार होऊन त्यांतून जे वायुरूपी पदार्थ बाहेर पडतात ते त्या तेजोमय वेष्टनास एकीकडे सारून त्याचें अप्रकाश जें शरीर तें आपणास दाखवितात.

पृथ्वीचे व्यासापेक्षां सूर्याचा व्यास सुमारें १११ $\frac{1}{2}$ पट अधिक आहे. सूर्याचें शारीर महत्व पृथ्वीपेक्षां सुमारें चवदालक्षपट अधिक आहे. सूर्यांतील प्रकृत्यंश पृथ्वी

ज्योतिःशास्त्र.

मधील प्रकृत्यंशांपेक्षां सुमारें ३ १/२ लक्ष पट अधिक आहे-त. परंतु त्याचें दार्ढ्य पृथ्वीपेक्षां कमी आहे. पृथ्वीचें दा-र्ढ्य ४ मानिलें तर सूर्याचें सुमारें एक येतें.

पृथ्वीचे पृष्ठभागावर जो पदार्थ एक शेर वजनांत आहे तो जर सूर्याचे पृष्ठावर नेला तर तेथें तो सुमारें अ-ठ्ठावीस शेर भरेल. पदार्थ पतन होतांना सूर्यावर पहिले सेकंदांत ३३४ १/२ फूट खालीं येईल.

आलीकडे असें मानितात कीं, सर्व ग्रहांसहित सूर्यास नाक्षत्रगति आहे. परंतु याजविषयीं अझून बरोबर शोध लागला नाहीं.

भूमीवर ज्या प्रमाणें व्यापार होतात त्याच प्रमा-णें जर सूर्यावर होत असले तर भूमीवरील शोध असें दाखवितात कीं, प्रकाश, आणि उष्णताही एकेवेळीं उ-त्पन्न होण्यास वायुरूपी पदार्थाचें मिश्रण कारण होय. तर मग सूर्यावरही याच प्रमाणें व्यापार होत नसतील कशावरून.

१८ जे ग्रह सूर्या सभोंवतीं प्रदक्षिणा करि-तात त्यांस मुख्यग्रह म्हणावें. जे ग्रहां सभों-वतीं फिरतात त्यांस उपग्रह म्हणावें. मुख्य

सिद्धपदार्थविज्ञान.

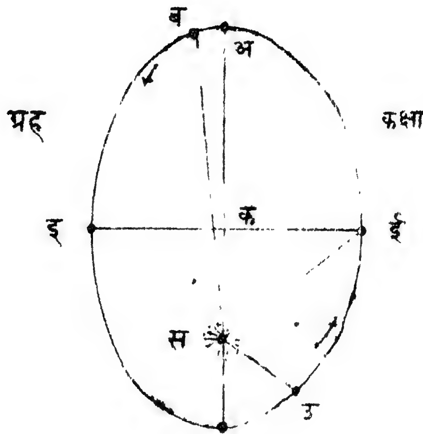
ग्रह मोठे आठ आहेत, त्यांचीं नांवें. बुध, शुक्र, पृथ्वी, मंगळ, गुरु, शनि, युरेनस आणि नेपच्यून.

१९ मुख्य ग्रहां सारिखे सूर्या भोंवतीं फिरणारे असे कितीएक लहान लहान ग्रह सांपडलेले आहेत. त्यांच्या कक्षा मंगळ आणि गुरु यांचे मध्यें आहेत. अल्पग्रहांचीं नांवें. फ्लोरा, वेस्ता, एरिस, हीब, आस्त्रे, ज्यूनो, सिरीस, पाल्लास, मेटिस, हिजिआ, विक्टोरिया, पार्थिनोप, इगेरिया, ऐरिन, यूनोमिया, प्सीचे, आणि थेटिच. इ० आहेत.

ग्रहगतीवरव्याख्या.

१ सूर्यासभोंवतीं ग्रह प्रदक्षिणा करितांना, दीर्घवर्तुळांत फिरतो, तेव्हां सूर्यापासून त्याचें अंतर सर्वदा सारखें असत नाहीं. प ठिकाणीं तो सूर्याचे अतिसंनिध येतो, आणि अ ठिकाणीं तो सूर्यापासून अतिदूर असतो.

ज्योतिःशास्त्र.



२ अ बिंदूस ग्रहाचें उच्च म्हणतात प बिंदूस ग्रहाचें नीच म्हणतात.

३ दीर्घ वर्तुळाचा मध्य क आणि फोकसांतील सूर्य स यांमध्यें जें अंतर त्यास केंद्रच्युति म्हणतात.

४ अ प रेषेस नीचोच्च सूत्र म्हणतात.

५ दीर्घवर्तुळाचा धाकटा आंस ई इ याचे टोंकापासून स पर्यंत जें अंतर त्यास ग्रहाचें मध्यमदूरत्व म्हणतात.

$$स\ ई = \frac{अ\ प}{२} = \frac{स\ अ + स\ प}{२}$$

मध्यम अंतर + केंद्रच्युति = परम अंतर.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

मध्यम अंतर − केंद्रच्याति = अल्पांतर.

जेव्हां ग्रह परम अंतरावर असतो तेव्हां तो उच्चांत गेला असें म्हणतात. जेव्हां अल्पांतरावर असतो तेव्हां तो नीचांत आला असें म्हणतात.

६ ग्रहापासून सूर्यापर्यंत जें अंतर त्यास मंदकर्ण किंवा कर्ण असें म्हणतात. हें अंतर सर्वदा बदलत असतें.

७ ग्रह सूर्या सभोंवतीं फिरतांना सारख्या गतीनें चालत नाहीं, परंतु अशा तऱ्हेनें चालतो कीं त्याचा मंद कर्ण सारख्या कालांत सारखीं क्षेत्रें क्रमितो म्हणजे मागील आकृतींत जर अ स ब क्षेत्र प स ड क्षेत्रा बरोबर असेल तर ग्रहास अ पासून ब पर्यंत जावयास जितका वेळ लागेल तेवढा त्यास प पासून ड पर्यंत जावयास लागेल.

८ वरील सिद्धांतावरून असें समजतें कीं, सूर्या सभोंवतीं ग्रह विषमगतीनें फिरतो. या सर्व विषमगतीचे मध्यममानाची जी गति येते तीस **मध्यमगति** असें म्हणतात.

९ मध्यमगतीवरून जे ग्रहाचे अंश येतात त्यांस

ज्योतिःशास्त्र.

मध्यमग्रह अशी संज्ञा आहे. वास्तवीक ग्रहाचे जितके अंश त्यांस **स्पष्टग्रह** अशी संज्ञा आहे. स्पष्ट ग्रह आणि मध्यमग्रह यांत जें अंतर त्यास **फल** अशी संज्ञा आहे.

१० आकाशांतील सर्वग्रहांची मोजणी मेषसंपाता पासून करण्याची चाल आहे, परंतु हा संपात नक्षत्रांत स्थिर नाहीं, त्यास सुमारें ७२ वर्षांनीं एक अंश गति आहे. या मुळें तो मागें मागें सरत असतो. मेषसंपाता पासून जें ग्रहाचें अंतर त्यास **सायनग्रह** म्हणतात; मेषसंपा- ताची गति लक्षांत घेतल्याशिवाय नक्षत्रांतील मेषापासून जे ग्रह येतात त्यास **निरयनग्रह** म्हणतात. संपाता- चे गतीस **अयनगति** अथवा **अयनांश** म्हण- तात. शके ४४४, अथवा सन ५२२ सालीं अयनांश शून्य होते असें मानलें आहे.

११ मध्यमग्रह आणि उच्च अथवा नीच यांमध्यें जें अंतर त्यास मध्यमकेंद्र म्हणतात. स्पष्टग्रहापासून जें अंतर त्यास **स्पष्टकेंद्र** म्हणतात.

१२ सूर्या सभोंवतीं ग्रहाचे एके प्रदक्षिणेचे कालास **प्रदक्षिणाकाल** म्हणतात.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

१९ पृथ्वीवरील राहाणारे मनुष्यास ग्रह कधीं वक्रगतीनें चालतात, कधीं स्थिर राहातात व कधीं सरळचालनातसे दिसतात, परंतु सूर्यावरील राहाणाऱ्यास ते स्थिर अथवा वक्र कधींही होत नाहींत.

२० सूर्या सभोंवतीं फिरणारे असे ग्रह मोठाले (८) आहेत आणि पुष्कळ लाहान आहेत म्हणून मागें सांगितलेल्या ग्रहांच्या गतींत आकृतींत वगैरे फार ऐक्य आहे. तें येणें प्रमाणें.

१ सर्वग्रह सूर्या सभोंवतीं फिरतात.

२ सर्वग्रह अपारदर्शक आहेत. या सर्वांस प्रकाश सूर्यापासून मिळतो. सर्वांचें सूर्याकडचें आंग प्रकाशीत आणि दुसरें आंग तमोमय असतें. सर्वांचे मागें छाया आहे. त्यांत त्यां सभोंवतीं फिरणारे उपग्रह सांपडले म्हणजे त्यांस ग्रहण लागतें.

३ सर्वग्रह व सर्वउपग्रह पश्चिमेकडून पूर्वेकडे अशा प्रदक्षिणा करीत असतात.

४ सर्वग्रह आपल्या आंसा सभोंवतीं फिरत असतात.

५ सर्वग्रहांचे मार्ग क्रांतिवृत्तापासून १२ किंवा १५

ज्योतिःशास्त्र.

अंशांचे आंत आहेत.

याप्रमाणें अनेक गोष्टींत त्यांचें ऐक्यत्व आहे, या गोष्टींविषयीं वाचणारास अधिक विचाराची गरज असल्यास त्याणें इंग्रेजींतलें याविषयावरचे मोठमोठाले ग्रंथ पाहावे.

शुक्र, पृथ्वी, आणि मंगळ हे ग्रह बहूतकरून पुष्कळ गोष्टींत एकसारखे आहेत. त्यांचें आकारमान सारखें आहे. पृथ्वीसारखे, शुक्र आणि मंगळ यांवर डोंगर पाणी हवा आहे, असें अनुमान होतें. गुरु, शनि, हर्षल आणि नेपच्यून हे ग्रह पृथ्वीपेक्षां फार मोठाले आहेत. बुध धाकटा आहे.

ग्रहांविषयीं कांहीं विशेष समजावें या हेतूनें ही पुढील कोष्टकें लिहिलीं आहेत त्यांवर विद्यार्थ्यांनीं आपलें लक्ष द्यावें.

२१ अंतर व प्रदक्षिणाकाल. सूर्यापासून ग्रहाचें अंतर जसजसें अधिक होत जातें तसतसा त्याचे प्रदक्षिणेस अधिकवेळ लागतो.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

ग्रह.	अंतर.	प्रदक्षिणा.	
बुध —	३६ लक्ष योजनें	८८ दिवस.	
शुक्र —	६८ ——	२२५ ——	
पृथ्वी —	९.५ ——	३६५ ——	
मंगळ —	१४२ ——	६८७ ——	
लाहानग्रह —	सुमारें २६०—	सु. १६०० ——	
गुरु —	४८५ ——	४३३२	सु० १२ वर्षें.
शनि —	८९० ——	१०७५९	सु० २९½ वर्षें.
हर्षल —	१८०० ——	३०६८६	सु० ८४ वर्षें.
नेपच्यून	२८६० ——	६०४५.२	सु० १६६ वर्षें.

बुध, शुक्र, मंगळ, गुरु आणि शनि हे ग्रह प्राचीन काळापासून माहीत आहेत. पृथ्वीही एकग्रहमालिकेंतील आहे असें आलीकडे समजलें आहे. हर्षल हा ग्रह हर्षल साहेबानें संन १७८१ त सोधून काढला. नेपच्यून हा ग्रह आडाम आणि विलिरियर या साहेबानी आपले गणिताचे साहाय्यानें सोधून काढला. लाहानग्रह आलिकडील ५० वर्षांचे आंत सांपडलेले आहेत. हे ग्रह फार लाहान आहेत यामुळें आजपावेतों दिसले नाहींत परंतु दुर्बिणाची उत्पत्ती झाल्यापासून हे आपले नजरेस येऊं लागले

आहेत. या दुर्बिणीच्या योगानें आकाशांतील अनेक अनेक चमत्कार आपले नजरेस आले आहेत.

२२ आसावर फिरण्याचा काळ. सर्वग्रह आप आपले आंसावर फिरतात, परंतु जे ग्रह लाहान ग्रहांचे आलिकडे आहेत त्यांस सुमारें २४ तास एका फेऱ्यास लागतात आणि जे ग्रह पलीकडे आहेत त्यांस सुमारें १० तास एका फेऱ्यास लागतात.

ग्रह	आंसा सभोंवतीं फेरा.	
बुध	२४ अ	५ मि.
शुक्र	२३ ·	२१
पृथ्वी	२३ · ·	५६
मंगळ	२३ ·	३७
गुरु	१० · ·	०
शनि	१० · ·	१४
युरेनस	१० सुमारें.	

२३ आकारमहत्व कांहीं ग्रह पृथ्वीपेक्षां लाहान आहेत. आणि कांहीं मोठाले आहेत. लाहान ग्रहांचें आकारमान फारच थोडें आहे, म्हणून काढतां येत नाहीं; म्हणून खालच्या कोष्टकांत लिहिलें नाहीं.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

या लाहान ग्रहांतून जो मोठा ग्रह त्याचा व्यास.

२५ योजनापेक्षांही कमी आहे. पृथ्वीचे आकार मान एक मानून हीं पुढीलमानें दिलीं आहेत.

बुध	०·०५	गुरु	१३१७·४
शुक्र	०·९५	शनि	८५७·४
पृथ्वी	१·००	युरेनस	८२·९
मंगळ	०·१४	नेपच्यून	१०७·२

रवि. १३,८४,३३३ पट

चंद्र ०·०२

पदार्थाचे आकारावरूनच केवळ त्याचें जडत्व समजत नाहीं. १ शेर लोखंड आणि एक शेर कापूस घेतला असतां, त्यांचें जडत्व सारखें असून आकार मान भिन्न होईल. पुढील कोष्टकांत पृथ्वी १ मानून प्रत्येक ग्रहाचे प्रकृत्यंश परिमाण, त्याचे त्याचे पृष्ठभागावरील गुरुत्वाकर्षण इ० दिलीं आहेत.

ज्योतिःशास्त्र.

	प्रकृत्यंशपरिमाण.	गुरुत्वाकर्षण.	दार्ढ्य
बुध	— ०·२	०·५	३·५
शुक्र	— ०·९	०·९	०·९
पृथ्वी	— १·०	१·०	१·०
मंगळ	— ० १	०·५	१·०
गुरु	— ३३८·५	२·६२	०·२
शनि	— १०१·०	१·१२	०·१
युरेनस	— १६·२	०·८	०·२
नेपृच्यून	— १८·९	०·८	०·२

२५ प्रकाश, उष्णता, वगैरे. सूर्यापासून ग्रह जसा जसा लांब जातो तसतसा त्याच्यावर सूर्याचा प्रकाश कमी होतो. त्याच प्रमाणें त्यास सूर्यापासून उष्णता कमी मिळते. पुढील कोष्टक पाहावें.

ग्रह	प्रकाश व उष्णता.	ग्रह.	प्रकाश व उष्णता.
बुध	६६७	गुरु	३७
शुक्र	१९१	शनि	११
पृथ्वी	१००	युरेनस	३
मंगळ	४३	नेपृच्यून	१

सिद्धपदार्थविज्ञान.

धूमकेतु अथवा शेंडे नक्षत्रें.

२६ शेंडेनक्षत्रें हीं सूर्या भोंवतीं फिरणारीं ग्रहां सारखींच जडें आहेत. आजपर्यंत जीं शेंडे नक्षत्रें पाहाण्यांत आलीं त्यांतून पांचा साहांचे मात्र प्रदक्षिणाकाळ समजले आहेत. बाकीचीं कोठून येतात व कोठें जातात याचा थांग नाहीं. यांचे मागें शेंडी सारखा प्रकाश असतो, म्हणून यांस शेंडे नक्षत्र म्हणतात. हीं आकाशांत दृश्य फार थोडे दिवस असतात.

चिनी लोकांचे ग्रंथांत २०० अथवा ३०० धूमकेतूंची याद आहे. आलीकडे युरोपखंडांत यांजविषयीं फार शोध ठेविला आहे.

ज्या धूमकेतूंचे प्रदक्षिणाकाळ समजले आहेत त्यांची याद पुढे दिली आहे.

ज्योतिःशास्त्र.

धूमकेतूचें नांव.	प्रदक्षिणाकाल.		वर्षें.	गति.
हेलीचा धूमकेतु	२७८६६	दिवस	७६ $\frac{१}{४}$	वक्र
एनकीचा धूमकेतु	१२०५	==	३ $\frac{१}{४}$	सरळ
बेलाचा धूमकेतु	२३९३	==	६ $\frac{१}{२}$	सरळ
फेईमचा धूमकेतु	२७१८	==	७ $\frac{१}{२}$	सरळ
डिविकोचा धूमकेतु	१९९३	==	५ $\frac{१}{२}$	सरळ
ब्रारसेनचा धूमकेतु	२०४२	==	५ $\frac{१}{२}$	सरळ

सिद्धपदार्थविज्ञान.

यांतून हेलीचा धूमकेतु संन ६५ पासून पुढें आज पर्यंत २३ वेळां सुमारें ७६ वर्षांचे अंतरानें पाहिला गेला आहे. हा संन १९११ वर्षांचे सुमारास फिरून दिसेल.

हे ग्रह फार वेगानें चालणारे असतात. यांची शेंडी, हे पहिल्यानें सूर्याजवळून बाहेर पडून दिसूं लागले म्हणजे फार मोठी असते, परंतु ते जसे जसे सूर्यास सोडितात तसतशी ती लहान होत जाते. संन १६८० यांत जो धूमकेतु दिसला त्याची शेंडी १०० लक्ष योजनापेक्षां कमी लांब नसेल असें ज्योतिषांनीं गणितावरून अनुमान केलें आहे. धूमकेतु हे जात्या कोण आहेत व त्यांची शेंडी हें काय आहे व ती इतकी विस्तृत असून त्यांशीं संबंध कसा ठेविते याजविषयीं अझून बरोबर समजलें नाहीं. या शेंडींतून आरपार नक्षत्रें दिसतात. शेंडीचे मुळाशीं धूमकेतु असतो. त्याचे शरीरांतून हीं नक्षत्रें दिसतील असा भास होतो. दुसरा असा चमत्कार आहे कीं, ही शेंडी सर्वदा ग्रहाचे दुसरे बाजूस असते. म्हणजे एके बाजूस सूर्य आणि एका बाजूस शेंडी.

ज्योतिःशास्त्र.

स्थिरतारे, नक्षत्रें, यां विषयीं.

२७ एकमेकांपासून सदां सर्वदां सारखे अंतरावर राहाणारा असा जो आकाशांतील नक्षत्रसमुदाय त्यास स्थिरतारा किंवा नक्षत्रें म्हणतात, कारण त्यांस स्वतां कांहीं गति आहे असें दिसत नाहीं.

नक्षत्रांविषयीं अशी कल्पना केली आहे कीं, एक एक प्रतिसूर्य असावीं, आणि आपणापासून अगणित अंतरावर हीं असावीं, दुर्बिणींतून दुसरे ग्रह मोठे दिसतात, परंतु हीं नक्षत्रें केवळ नेत्रांनीं पाहिल्या सारखीच बिंदुवत् दिसतात. नक्षत्रें स्वप्रकाशक आहेत असें अनुमान होतें. आकाशांत नक्षत्रें लुकलुकतात. ग्रह लुकलुकत नाहींत.

साधारण दृष्टीनें आपणास जीं नक्षत्रें दिसतात तीं दोन हजारांपेक्षां फारशीं अधिक नसावीं, परंतु वाचणारांनीं इतकें लक्षांत ठेवावें कीं, आकाशांत नक्षत्रें अगणित आहेत. लुब्धक म्हणून जें आकाशांत नक्षत्र आहे त्याचे प्रकाशा इतका दुसरे कोणतेही नक्षत्राचा

सिद्धपदार्थविज्ञान.

प्रकाश नाहीं.

२८ प्राचीनकालचे ग्रीक लोकांनीं नक्षत्रांची ओळख राहावी म्हणून त्यांस कितीएक पुंजांत विभागून त्या पुंजांस कांहीं नांवें दिलीं आहेत. बाळगंगाधर शास्त्री यांणीं त्यांस मराठीं नांवें दिलीं आहेत. हीं ग्रीक नांवें व मराठी नांवें खालचे यादींत पाहावीं.

१ अर्सामेजर	————	बृहत्‌ऋक्ष
२ आर्सामैनर	————	लघुऋक्ष
३ ड्राको	————	कालीय
४ सीफ्यूस	————	वृषपर्वा
५ बुटिस	————	भूतप
६ कारोनाबोरिआलिस्	————	उत्तरमुकुट
७ हर्क्यूलीस	————	शौरी
८ लैरा	————	स्वरमंडळ
९ क्यासिओपिआ	————	शर्मिष्ठा
१० पर्स्यूस	————	ययाति
११ आरीगा	————	सारथी
१२ सर्पेन्टेरियस	————	सर्पधारी

ज्योतिःशास्त्र.

१३	सर्पेन्स	सर्प
१४	साजीटी	शार
१५	आक्कीला	गरुड
१६	ऑवियोनस	शार्ङ्गपाणी
१७	डेल्फीनस	धनिष्ठा
१८	इक्वूलस	अश्वमुख
१९	पेगेसस्	उच्चैःश्रवा
२०	आंड्रोमेडा	देवयानी
२१	ट्रायांगुलम	त्रिकोण
२२	एरीस	मेष
२३	टारस	वृषभ
२४	जिमिना	मिथुन
२५	क्यानसर	कर्क
२६	लीयो	सिंह
२७	कोमाबरीनीस	अरुंधतीवेश
२८	वर्गो	कन्या
२९	लेब्रा	तूळ
३०	स्कार्पियस	वृश्चिक
३१	साजिटेरिअस	धन

सिद्धपदार्थविज्ञान.

३२ क्याप्रिकार्नस ———— मकर

३३ आक्केरियस ———— कुंभ

३४ पिसीज् ———— मीन

३५ सीटस ———— तिमिंगिल

३६ ओरैयन् ———— मृग अथवा भरन

३७ इरिडेनस् ———— यमुनानदी

३८ लीपस् ———— शशक

३९ क्यानिसमेजर ———— बृहल्लुब्धक

४० क्यानिसमैनर ———— लघुलुब्धक

४१ आर्गोनेविस ———— नौका

४२ हैड्रा ———— वासुकी

४३ क्रेटर ———— चषक

४४ कार्वस ———— ध्वांक्ष

४५ सेयरस ———— नरतुरंग

४६ लीपस ———— वृक

४७ आरा ———— पीठ

४८ कारोना आस्ट्रालिस् ———— दक्षिण मुकुट

४९ पीसिस् आस्ट्रालिस् ———— दक्षिण मत्स्य

५० कोलंबियानोआसि ———— पारावत

ज्योतिःशास्त्र.

५१ ग्रुस	———	बक
५२ फोनिक्स	———	जटायू
५३ क्रुक्स	———	स्वस्तिक
५४ फार्नीक्सकर्मीका	———	अबमंत
५५ इन्डूस	———	यम
५६ पेवो	———	शिखावल
५७ एपस	———	कपोत
५८ आपिस्	———	
५९ शामेलिओन्	———	वायुभक्षक
६० त्रैअंगुलम् आस्त्रालिस्	———	दक्षिणत्रिकोण
६१ पिसिस्वोलान्स	———	तिमि
६२ डोरेडो	———	असिदंष्ट्र
६३ टोक्यान	———	कारंडव
६४ हैड्रस	———	अलगर्द
६५ लिंक्स	———	गवय
६६ लिओमिनर	———	लघुसिंह
६७ आस्टेरियन् ऐट चारा	———	ग्रामशावल
६८ सर्वरस	———	

सिद्धपदार्थविज्ञान.

६९ क्लेक्यूलाएट आन्सर — जंबुक

७० लासर्टा ———— सरट

७१ क्यामेलोपार्डेलस ——— करभ

७२ मानोसिरास ———— शृंगांश्व

७३ सेक्स्टांनस् ———— षडंश

या पुंजांखेरीज कितीएक मोठालें नक्षत्रांसही स्वतंत्र नांवें आहेत. उदाहरण, जसें अश्वि, चित्रा, स्वाती, ध्रुव इत्यादि. निरनिराळीं नक्षत्रें दाखवायास ग्रीक भाषेंतील मूलाक्षरांची योजना करण्याची चाल यूरपखंडांत आहे.

या पुंजांतील बारा पुंज राशिचक्रांत आहेत, त्यांस आपण राशि म्हणतों. यांशिवाय राशिचक्राचे २८ भाग करून त्यांस हिंदूलोकांनीं नक्षत्रें अशी संज्ञा दिली, आहे. नक्षत्रांचीं नांवें.

१	अश्विनी	७	पुनर्वसू
२	भरणी	८	पुष्य
३	कृत्तिका	९	आश्लेषा
४	रोहिणी	१०	मघा
५	मृग	११	पूर्वा
६	आर्द्रा	१२	उत्तरा.

ज्योतिःशास्त्र.

१३ हस्त	२१ उत्तराषाढा
१४ चित्रा	(अभिजित्)
१५ स्वाती	२२ श्रवण
१६ विशाखा	२३ धनिष्ठा
१७ अनुराधा	२४ शततारका
१८ ज्येष्ठा	२५ पूर्वाभाद्रपदा
१९ मूळ	२६ उत्तराभाद्रपदा
२० पूर्वाषाढा	२७ रेवती

यांतून (अभिजित्) नक्षत्र जें दिलेलें आहे त्यास साधारण मापनांत व ज्योतिषांत धरीत नाहींत. हें टाकिल्यानें १२ राशि व २७ नक्षत्रें म्हटलीं म्हणजे २¼ नक्षत्रें = १ राशि असा हिशेब बरोबर बसतो.

सुमारें १४०० वर्षां पूर्वीं राशिचक्रांतील राशींचे पुंज क्रांतिवृत्तावर योग्य स्थानीं होते, परंतु अयनांशगतीनें ते पूर्वस्थानापासून सरलेले आहेत क्रांतिवृत्ताचा आरंभ आणि मेषराशीचा पुंज यांत आतां शें सुमारें २० अंशांचें अंतर आहे.

२३ आकाशामध्यें जो पांढरका भाग ज्यास आपण आकाशगंगा म्हणतों तो लाहान लाहान

सिद्धपदार्थविज्ञान.

नक्षत्रें दाट एके ठिकाणीं मिसळ्यानें झालेला आहे.

सर्व आकाशाकडे खोल नजरेनें पाहूं गेलें तर नक्षत्रांचा भरणा आकाशगंगेकडे अधिक अधिक आहे असें नजरेस येतें, यावरून सरविलियम हर्शेल यानें अशी कल्पना केली आहे कीं, या ब्रम्हांडांत अनेक नक्षत्र समुदाय आहेत, त्यांतून एखाद्या मध्यभागाचे सुमारास ग्रहांसहित आपला सूर्य आहे. हा नक्षत्र समुदाय जेवढा लांब आहे तेवढा रुंद नाहीं. यामुळें आकाश गंगेचें आपणास या प्रमाणें दर्शन होईल हें खचीत आहे. आणि आकाशांत निरनिराळे नक्षत्रसमुदाय आहेत ही ही गोष्ट खरी आहे.

३४ आकाशांत कितीएक भागीं नक्षत्रांचे जथे (नक्षत्र समुदाय) आहेत त्यांतून कितीएकांचें दुर्बिणीनें निरनिराळे ताऱ्यांत पृथक्करण होतें, कितीएक ठिकाणीं पांढरा प्रकाश मात्र दिसतो.

आतां **रास** साहेबानें जी मोठी दुर्बिण तयार केली आहे. तिचे योगानें यांतून पुष्कळ प्रकाशित ठिकाणांचे

ज्योतिःशास्त्र.

पृथक्करण झालें आहे. यावरून असें अनुमान करि-
तात कीं, या ब्रह्मांडांत नक्षत्रांचे असंख्य जथे आहेत
त्यांतून जे जवळ आहेत त्यांतील नक्षत्रें आपणास दुर्बि-
णीनें निरनिराळीं दिसतात, लांबचे त्याप्रमाणें दिसत नाहीं
त. या जथ्यांस इंग्रेजींत नेब्युला म्हणतात. या जथ्यांतून
सर्वांपेक्षां मोठा जथा मृगाचे पुंज आहे. (इंग्रे० ओरेयन)
यांत आहे. डाक्तर हर्शलसाहेबानें सुमारें २००० जथे
शोधून काढलेले आहेत. यांतून कितीएक एकत्र जमून
गेल्या सारखे दिसतात, कितीएक प्रसृत झालले दिस-
तात, कितीएक लांबट आहेत, कितीएक रुंद आहेत,
याप्रमाणें निरनिराळे जथे निरनिराळे आकृतीचे आ-
हेत.

३५ कधीं कधीं नवीन नक्षत्रें दिसूं लागतात,
व कितीएक नाहींशीं होतात.

प्राचीन ज्योतिष्यांहीं कितीएक नक्षत्रें लिहिलीं
आहेत, तीं आतां सांपडत नाहींत. आणि जीं प्राचीन
लोकांस माहीत नव्हतीं अशीं कितीएक नवीन नक्षत्रें
नजरेस आलीं आहेत. कितीएक नक्षत्रें अकस्मात्
दिसूं लागलीं आहेत, आणि कांहीं काळ गेल्या नंतर

सिद्धपदार्थविज्ञान.

नाहींशीं झाल्ीं आहेत. कितीएक नक्षत्रांत स्थित्यंतर होतांना आढळलेलें आहेत.

३५ केवळ नजरेस कितीएक जे तारे एकटे दिसतात ते मोठाले दुर्बिणीनें पाहिलें म्हणजे त्या बरोबर एक दोन किंवा अधिक तारे आहेत असें आढळतें १ शौरी (हर्क्यूलीस) हा तारा या प्रमाणें आहे. १४ भूतप (बूआटिस) हा याच प्रमाणें आहे. आणखी असें सांपडलें आहे कीं, यांतून कितीएक एकमेकां सभोंवतीं प्रदक्षिणा घालतात.

नक्षत्रांत अशा तऱ्हेच्या जेव्हां गति सांपडतात तेव्हां डाक्तर हर्शल व दुसरे कितीएक ज्योतिषी यांचें मत खरें असेल असें अनुमान होतें. त्यांचें मत असें आहे कीं, आकाशगंगेंतील ताऱ्यांत सूर्यास ही पृथ्वीचे गती इतके वेगानें चलन आहे. आणि ही गति ज्या प्रमाणें ग्रह आप आपले चंद्र घेऊन प्रदक्षिणा करितात त्या प्रमाणें सूर्यास सर्वग्रहां सहित आहे. सूर्य आपले आंसावर फिरतो तेव्हां त्यास उत्सार प्रेरणाही असेल असें अनुमान होतें.

ज्योतिःशास्त्र.

३७ या ताऱ्याविषयीं कितीएक विद्वान ज्योतिःशास्त्री असें म्हणतात कीं, तारे निरनिराळे पुंजांत जमून राहिलेले आहेत. आणि या पुंजांपैकीं आकाशगंगा हा एक मोठा पुंज आहे, आणि त्यांत आपला सूर्य आहे, आणि पहिले, दुसरे, आणि तिसरे प्रतीचे सर्व तारे हेही त्यांतलेच आहेत.

पुंजांत तारे सारखे विभागलेले नाहींत, हजारों लाखों आणि आणखी कितीएक कीं ज्यांचे डोळ्यांस दर्शनही होत नाहीं असे अनेक तारे एके ठिकाणीं जमून जेथें तेथें त्यांचे जथे जमून राहिलेले आहेत.

आपणापासून तारे फार अंतरावर आहेत, कारण कोणतेही ताऱ्याचें वार्षिक लंबन एक सेकंदापेक्षां अधिक येत नाहीं. तेव्हां त्यांचें अंतर ४००० अब्ज मैलांपेक्षां अधिक आहे, हें सिद्ध होतें. आलीकडे जे वेध केले आहेत, त्यांवरून कितीएक ताऱ्यांस

वार्षिक लंबन आहे असें काढलें आहे, परंतु त्या सर्वांचें लंबन एका सेकंदापेक्षां कमी आहे असें सांपडलें आहे.

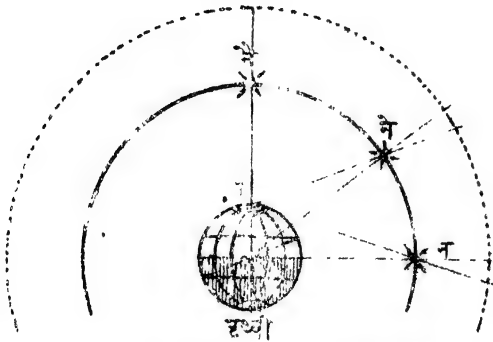
लंबनाविषयीं.

३९ पृथ्वीचे मध्यापासून पाहिलेला ग्रह आणि पृथ्वीचे पृष्ठभागावरून पाहिलेला ग्रह ह्यांत जें अंतर पडतें त्यास लंबन अशी संज्ञा आहे. हें लंबन ग्रहादी पदार्थ क्षितिजस्थ असतांना फार असतें, आणि खस्वस्तिकीं असतांना शून्य असतें.

या पुढील पृष्ठांतील आकृतींत म हा पृथ्वीचा मध्य आहे. आणि पाहाणारा पृष्ठभागावर प ठिकाणीं आहे. आतां एखादा ग्रह न ने नै या ठिकाणीं असला म आणि प यांतून एकेवेळीं एका दिशेस दिसणार नाहीं प न दीर्घांत प ला दिसेल आणि

ज्योतिःशास्त्र.

[illegible] दिशेंत म ला दिसेल. आतां या दिशांचें जें अंतर म्हणजे प न म कोन हें त्या ग्रहाचें लंबन होय. ग्रह



ज्या वेळेस मै ठिकाणीं असतो त्या वेळेस म, प, आणि मै हे बिंदु एके सूत्रांत येतात, म्हणून खस्वस्तिकीं ग्रहाचें लंबन शून्य असतें.

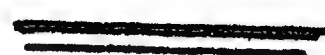
४० ग्रह खस्वस्तिकापासून जसा जसा अधिक अंतरावर जातो तसें तसें त्याचें लंबन अधिक अधिक होत जातें.

४१ पृथ्वीपासून ग्रह जसा जसा लांब असेल तसें तसें त्याचें लंबन कमी कमी असतें. म्हणून लंबन अंतरांशीं उलट प्रमाण ठेवितें असें म्हणण्याची चाल आहे.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

४२ लंबन मोजण्याचा प्रकार. भूपृष्ठा वरून कोणत्याही वेळेस एखादा ग्रह पाहून तो किती अंशांवर आला आहे हें पाहावें. आणि त्याच वेळेस तो ग्रह पृथ्वीमध्यापासून कोठें दिसावा हें गणिताने काढावें. दोहोंत जें अंतर तें लंबन आहे, असें समजावें. या प्रमाणें काढलेलें चंद्राचें मध्यमक्षितिजस्थ लंबन ५७क ११वी होतें.

४३ लंबन आणि भूत्रिज्या यां वरून ग्रहांचें अंतर काढण्याचें झालें तर भूत्रिज्येस लंबनाचे स्पर्शरेषेनें भागावें म्हणजे सांपडतें. अथवा स्कमाराने काढणें झाल्यास १३५१७००० या संख्येस कलात्मक लंबनानें भागावें. भागाकार येईल तितके मैल अंतर येईल.



ज्योतिःशास्त्र.

केप्लरचे सिद्धांत.

४४ केप्लरसाहेबानें ग्रहगती विषयीं तीन सिद्धांत शोधून काढले आहेत ते असे

पहिला सिद्धांत. प्रत्येक ग्रह सूर्या सभोवतीं दीर्घ वर्तुळांत फिरतो आणि त्या दीर्घ वर्तुळाच्या एका पृंज्यांत सूर्य असतो.

दुसरा सिद्धांत. ग्रहांचा मंदकर्ण सूर्याभोवती फिरतां ना जीं क्षेत्रें क्रमितो तीं क्षेत्रफळें सारखे काळांत सारखीं होतात.

तिसरा सिद्धांत, प्रदक्षिणाकालाचे वर्ग रविकेंद्रस्थ मध्यम अंतराचे घनाचे प्रमाणांत, आहेत

बोडसाहेबाचा सिद्धांत.

४५ जर पहिल्यानें तीन लिहून पुढच्या संख्या दुपटीनें वाढवून लिहिल्या आणि सर्व संख्यांत चार मिळविले तर ज्या संख्या येतात त्या पृथ्वीचें अंतर १० मानून बुध

पासून अनुक्रमानें सर्व ग्रहांची सूर्या-
सून अंतरें दाखविणाऱ्या येतात.

०	३	६	१२	२४
४	४	४	४	४
४	७	१०	१६	२८
बुध	शुक्र	पृथ्वी	मंगळ	लहानग्रह.
४८	९६	१९२	३८४	
४	४	४	४	
५२	१००	१९६	३८८	
गुरु	शनि	युरेनस	नेपृच्यून.	

आतां हीं अंतरें आणि या ग्रहांचीं वास्तवीक अंतरें ताडून पाहिलीं असतां त्यांचें साम्य फार जवळ जवळ येतें. पृथ्वीचें सूर्यापासून अंतर १० कल्पून निरनिराळे ग्रहांचीं वास्तवीक अंतरें हीं आहेत.

४	७	१०	१५	२७
बुध	शुक्र	पृथ्वी	मंगळ	लहानग्रह.
५२	९५	१९२	३०१	
गुरु	शनी	युरेनस	नेपृच्यून	

बोडसाहेबाचे सिद्धांतास गणित प्रमाण नाहीं. या सिद्धांतानें ग्रहांचीं अंतरें वास्तवीक मानाचे जवळ

जवळ येतात येवढी गोष्ट मात्र खरी आहे.

चंद्राविषयीं.

४६ हा उपग्रह पृथ्वी सभोंवतीं फिरणारा आहे. याची कक्षा दीर्घ वर्तुळाकार आहे. हा परप्रकाश आहे.

चंद्राचा व्यास, ———— २१६० मैल आहे.

अक्षावरील एके फेऱ्याचा काळ, २७ दिवस, ७ तास, ४३ मिन्युटें, ९ सेकंद आहे.

पृथ्वीपासून मध्यम अंतर, २३७००० मैल सुमारें आहे.

क्रांतिवृत्ताशीं कक्षेची वक्रता, ५ अंश, ९ कला.

नाक्षत्र फेरा, २७ दिवस, ७ अवर, ४३ मिन्युटें, १२ सेकंद.

चांद्रमास २९ दिवस, १२ अवर, ४४ मिन्युटें, ३ सेकंद

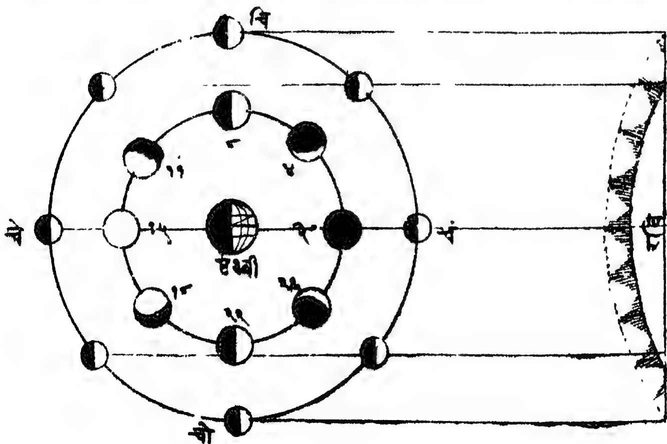
कक्षापाताचा अथवा राहूचा एक फेरा १८ वर्षें,

सिद्धपदार्थविज्ञान

२२३ दिवस, ५ अवर, ११ मिन्युटें, १० सेकंद इतक्या वेळांत होतो.

४७ चंद्र पृथ्वी भोंवतीं फिरतांना जेव्हां सूर्या आड येतो तेव्हां आपणास अमावास्या होते, आणि सूर्या समोर येतो त्या वेळेस आपणास पौर्णिमा होते. मध्यें चंद्राच्या वेग वेगळाल्या कळा आपले नजरेस येतात.

पृथ्वी सभोंवतीं फिरतांना जेव्हां चंद्र न्च ठिकाणीं असतो तेव्हां त्याची अंधकाराची सर्व बाजू पृथ्वी कडे येऊन तो आपणास दिसेनासा होतो, आणि यामुळें



ज्योतिःशास्त्र.

आपणास अमावास्या होते. चि ठिकाणी आला म्हणजे अर्धा दिसू लागतो. च्च ठिकाणी गेला म्हणजे त्याचें प्रकाशाचें सर्व आंग आपणाकडे पूर्ण येऊन आपणास पूर्ण दिसूं लागतो, आणि आपणास पौर्णिमा होते च्चीं ठिकाणीं तो फिरून अर्धा दिसू लागतो. या प्रमाणें ह्यांचे प्रकाशाचें आंग आपणाकडे वाहडतें किंवा खुटतें येऊन आपणांस त्याच्या वाहडत्या किंवा खुटत्या कळा दिसू लागतात. या आकृतींत आंतील वर्तुळाकार चंद्राच्या कळा काढून दाखविल्या आहेत. आणि बाहेरील वर्तुळांत चंद्राची वास्तवीक स्थिति दाखविली आहे.

चंद्रग्रहण व सूर्यग्रहण यां विषयीं.

४९ चंद्र पृथ्वी सभोंवतीं फिरत असतां जेव्हां भूछायेंत येतो तेव्हां चंद्रग्रहण होतें आणि सूर्याचे आड जेव्हां येतो तेव्हां सूर्य ग्रहण होतें.

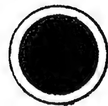
सिद्धपदार्थविज्ञान.

ग्रहण खग्रास म्हणजे पूर्ण असतें, किंवा अपूर्ण असतें भूछाया चंद्रापेक्षां मोठी आहे, म्हणून चंद्रग्रहण अपूर्ण अथवा खग्रास असतें; परंतु सूर्य चंद्राची बिंबें त्यांचे अंतराप्रमाणें लाहान मोठी होतात, तेव्हां ग्रहण-कालीं ज्यां प्रमाणें त्यांचीं अंतरें लाहान मोठीं असतील त्या प्रमाणें बिंबें लाहान मोठीं होऊन सूर्य ग्रहण, खग्रास अथवा कंकणाकृति होतें. सूर्यबिंबापेक्षां चंद्रबिंब जर मोठें असलें तर ग्रहण खग्रास होतें, लाहान असलें तर कंकणाकृति होतें.

अपूर्णग्रास　　पूर्णग्रास किंवा खग्रास　　कंकणाकृति







ज्योतिःशास्त्र

५० चंद्राची कक्षा क्रांतिवृत्तास ५ अंश तिर्कस आहे. चंद्राचे कक्षापातास राहुकेतु म्हणतात. आतां ग्रहणकाळीं चंद्र राहु अथवा केतु यांचे जवळ असल्यास, म्हणजे कक्षापाता जवळ असल्यास मात्र ग्रहण होईल. पातापासून लांब असल्यास ग्रहण होणार नाहीं.

कारण, सूर्य सर्वदा क्रांतिवृत्तांत असतो आणि भूछायाही सर्वदा क्रांतिवृत्तांत असते. आतां ग्रहण काळीं चंद्र क्रांतिवृत्तांत अथवा त्याचे जवळ असल्या शिवाय, सूर्याचे आड अथवा भूछायेंत जाणार नाहीं. आणि चंद्र राहूंत अथवा केतूंत आल्याशिवाय क्रांतिवृत्तांत येत नाहीं. या साठीं ग्रहणकाळीं चंद्र राहूंत अथवा केतूंत अथवा त्यांचे जवळ असल्याशिवाय ग्रहण होणार नाहीं.

५१ पृथ्वीपेक्षां सूर्य मोठा आहे या मुळें पृथ्वीची छाया शंकुकार असते आणि चंद्र पृथ्वीपेक्षांही लाहान आहे या मुळें चंद्राची छायाही तशीच शंकाकार पडते.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

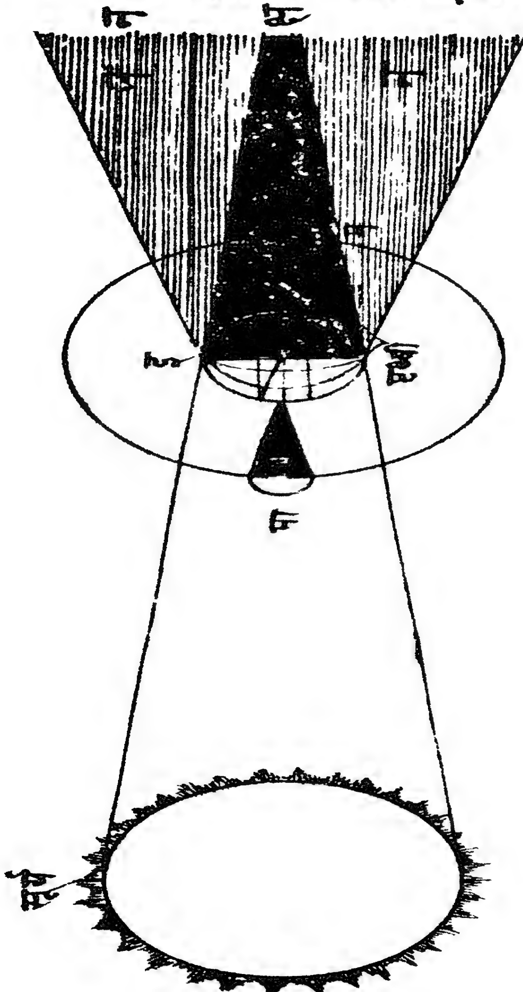
५२ जेव्हां चंद्राचा कांहीं भाग मात्र छायेंत जातो तेव्हां त्याचा अपूर्णग्रास झाला असें म्हणतात. जेव्हां तो सर्व छायेंत जातो तेव्हां पूर्ण ग्रास झाला असें म्हणतात.

५३ त्याच प्रमाणें जेव्हां चंद्र सूर्याच्या कांहीं भागावरून जातो तेव्हां सूर्याचा अपूर्णग्रास झाला असें म्हणतात, आणि जेव्हां सूर्याच्या केंद्रावरून चंद्रकेंद्र जातें तेव्हां पूर्णग्रास किंवा कंकणाकृति ग्रहण होतें.

जेवढे ठिकाणीं सूर्याचा पूर्णग्रास दिसतो तेवढे ठिकाणीं चंद्राची सावली पडली आहे असें समजावें. जेवढे ठिकाणीं अपूर्ण ग्रास दिसतो तेवढे ठिकाणीं चंद्राची प्रकाश मिश्रित छाया पडली आहे असें समजावें. जर ग्रहण कंकणाकृति झालें तर पृथ्वीवर चंद्राची छाया पोंचत नाहीं असें समजावें.

पुढील आकृतीवरून सूर्यग्रहणाची व चंद्रग्रहणाची उपपत्ति लक्षांत येईल.

ज्योतिःशास्त्र



सिद्धपदार्थविज्ञान.

या आकृतींत इ ही पृथ्वी आहे आणि क्ष ही तिची शंक्वाकार छाया आहे. म हा पूर्णिमेचा चंद्र आहे. आणि तो भूछायेंत आला आहे. मा हा अमावास्येचा चंद्र सूर्या समोर आला आहे. न न हे त्या प्रदेशांत अपूर्ण प्रकाश आहेत.

५४ क्रांतिवृत्त आणि चंद्राची कक्षा ही जर एका पातळींत असती तर दर अमावास्येस व पूर्णिमेस ग्रहण होतें. परंतु त्याची कक्षा क्रांतिवृत्ताशीं ५ अंश वांकडी आहे. त्यामुळें दर अमावास्येस व पूर्णिमेस ग्रहण होत नाहीं.

ज्योतिष्यांनीं गणित करून असें काढलें आहे कीं, राहु अथवा केतु यां पासून १७° अंशाचे आंत अमावास्येस चंद्र असला तर सूर्यग्रहणाचा संभव आहे, आणि जर पूर्णिमेस १२° अंशाचे आंत चंद्र असला तर चंद्रग्रहणाचा संभव आहे.

सूर्यग्रहणाचा आरंभ पश्चिमेकडून होतो आणि शेवट पूर्वेकडे होतो.

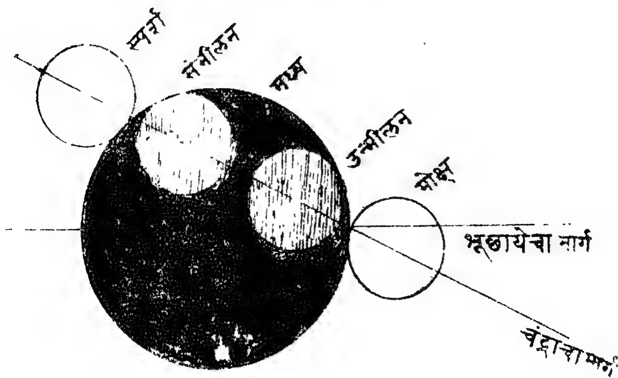
ज्योतिःशास्त्र.

चंद्रग्रहणाचा प्रारंभ पूर्वेकडून होतो आणि शेव-
ट पश्चिमेकडे होतो.

उभ्या वर्षांत ग्रहणें सुमारें चार होण्याचा संभव आहे. त्यांतून दोन सूर्याचीं व दोन चंद्राचीं. परंतु तीं सर्व एके ठिकाणांहून दिसतील असें प्रमाण नाहीं.

५५ ग्रहणदर्शन संबंधी व्याख्या.

स्पर्शकाल, ग्रहणाचा प्रारंभ.
मोक्षकाल, ग्रहणाचा अंत.
मध्यकाल, ग्रहणाचा मध्य.
संमीलनकाल, खग्रासाचा प्रारंभ.
उन्मीलनकाल, खग्रासाचा शेवट.

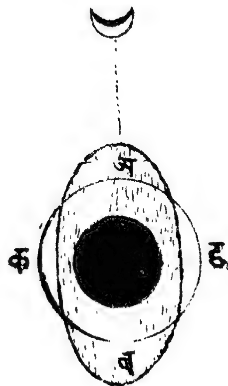


सिद्धपदार्थविज्ञान.

भरती ओहोटी विषयीं.

५६ सूर्यचंद्रांचे आकर्षणानें समुद्राचें पाणी चढतें तेव्हां त्यास भरती म्हणतात, आणि उतरतें तेव्हां त्यास ओहोटी असें म्हणतात. एका दिवसांत प्रत्येक ठिकाणीं दोन भरत्या व दोन ओहोट्या असतात.

या आकृतींत इ ही पृथ्वी, म हा चंद्र आहे अ ब क ड हें पृथ्वी सभोंवतीं पाण्याचें वेष्टन आहे. आतां चंद्राचें आकर्षण अंतराचे वर्गाप्रमाणें कमी होतें. त्याचें अ ठिकाणीं जेवढें आकर्षण आहे, त्यापेक्षां भूमध्यावर कमी आहे. आणि भूमध्यावर जेवढें आहे त्यापेक्षां ब ठिकाणीं कमी आहे. ह्याकारणामुळें अ आणि ब या दोन्हींपासून भूमध्य लांब गेल्यासारखा होऊन, त्या भागावर त्या मध्याचें आकर्षण कमी



ज्योतिःशास्त्र.

झाल्या सारखें होतें, आणि दोहींकडे पाणी वर उच-
लतें, क आणि ड या ठिकाणीं त्याचें आकर्षण वांक-
डें पडतें, आणि पाण्यास अ ब ठिकाणीं वाढण्यास
जावें लागतें, या मुळें क ड कडे ओहोट होते.

या प्रमाणें चंद्रोदयीं व चंद्रास्तीं ओहोटी असते,
आणि चंद्र डोईवर अथवा पायांखालीं असतो तेव्हां
भरती असते.

५७ जेव्हां सूर्य आणि चंद्र एके दिशेस अथ-
वा विरुद्ध दिशेस येतात तेव्हां दोघांची आक-
र्षणें एक होऊन मोठी भरती येते, आणि त्याच
प्रमाणें मोठा ओहोटही येतो. त्यास उधाना-
चें पाणी म्हणतात.

५८ जेव्हां सूर्य व चंद्र एकमेकांपासून तीन
राशींचे अंतरानें असतात (म्हणजे एक क्षि-
तिजांत तर एक डोईवर अथवा पायाखालीं)
तेव्हां भरतीचें पाणीही थोडें येतें, आणि ओ-
होटही थोडा जातो. यास भांगाचें पाणी म्ह-
णतात.

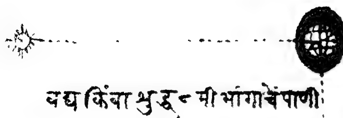
सिद्ध पदार्थविज्ञान.

सूर्यापेक्षां चंद्र फार लाहान आहे, परंतु त्याचें पृथ्वी पासून अंतर फार थोडें आहे, ह्यामुळें सूर्यापेक्षां चंद्रापासून आकर्षण अधिक होऊन फार भरती येते. गणितानें व अवलोकनानें असें समजलें आहे कीं, सूर्यापेक्षां चंद्रापासून आलेलें भरतीचें पाणी सुमारें २ १/२ पट अधिक असतें म्हणजे जर सूर्यापासून आलेलें भरतीचें पाणी २ हात असलें तर चंद्रापासून आलेलें भरतीचें पाणी सुमारें ५ हात चढून असतें, याकरितां

उधानाचें पाणी ५+२=७

भांगाचें पाणी ५-२=३





ज्योतिःशास्त्र.

५९ सूर्यचंद्रांची स्थिति आकाशांत सर्वदां एकसारखी नसते, ह्यामुळें समुद्राचे पाण्याचे चढ उतार त्यांचे स्थिती प्रमाणें निरनिराळे होत असतात.

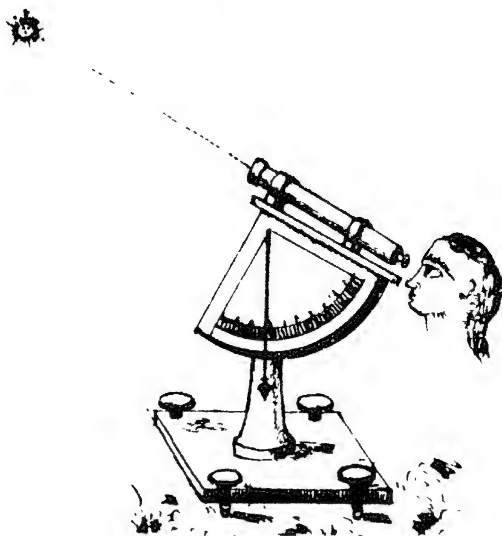
अमावास्या व पोर्णिमा ह्या सुमारास भरती फार मोठी येते आणि तेथून कमी कमी होत अष्टमीची भरती फार कमी असते. सूर्यचंद्रांचे क्रांति प्रमाणें ही भरती कमी अधिक होते. त्यांचें पृथ्वीपासून अंतर वाढलें किं-वा कमी होईल त्या प्रमाणें ही भरती अधिक कमी होते.

६० प्रतिदिवशीं दोन भरत्या व दोन ओहोट्या येत असतात. रोजची भरती सुमारें दोन दोन घटिकांनीं पाठी मागून येते.

६१ सूर्यचंद्रांचे आकर्षणा पासून भरतीची लाट पहिल्यानें माहासागरांत उत्पन्न होते आ-णि नंतर ती लाट जात जात दुसरे किनाऱ्यांस जाऊन लागते, आणि तेथील लोकांस भरती आलीशी वाटते. भरती उत्पन्न झाल्यापासून आ-पले ठिकाणीं येऊन पोहोचे पर्यंत कांहीं काल लागतो, ह्या मुळें अमावास्या व पोर्णिमा यां

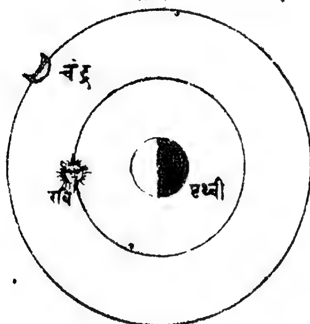
सिद्धपदार्थविज्ञान.

दिवशीं जें कारउधान असावें तें द्वितीयेचे समारास असतें.

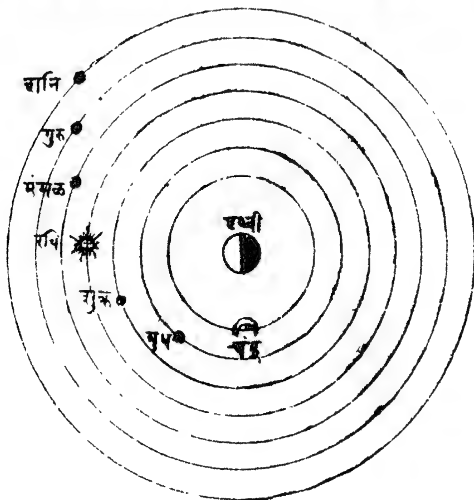


ज्योतिःशास्त्र.

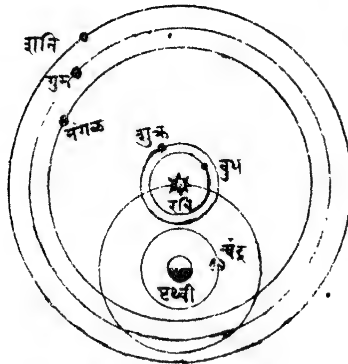
पौराणिक मता प्रमाणें.



प्राचीन कालचे मता प्रमाणें ग्रहांची स्थिति.

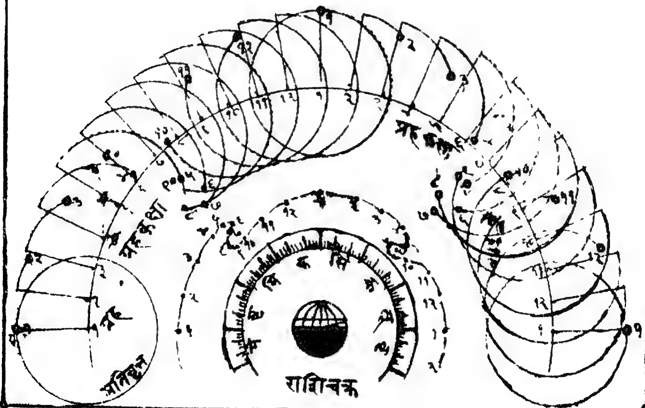


सिद्धपदार्थविज्ञान.



टैकोब्राह याचें मत.

हिंदी ज्योतिष मता प्रमाणें ग्रहांचीगति.

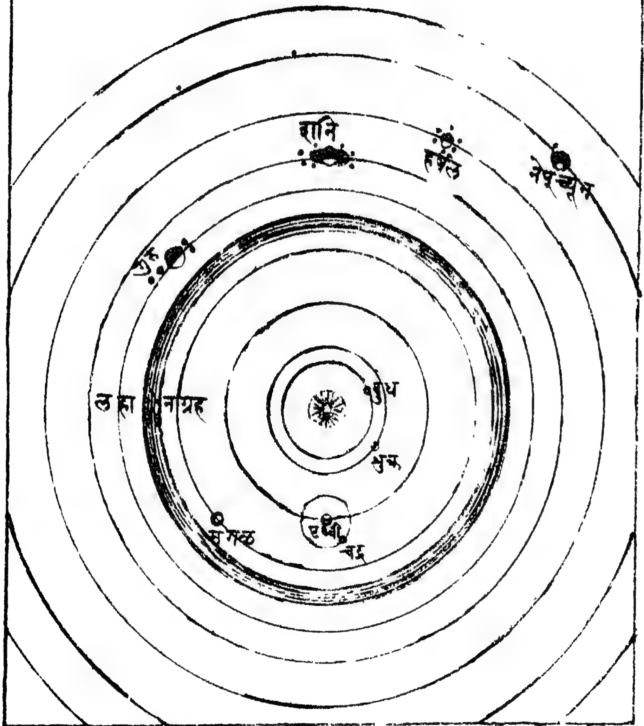


ज्योतिःशास्त्र.

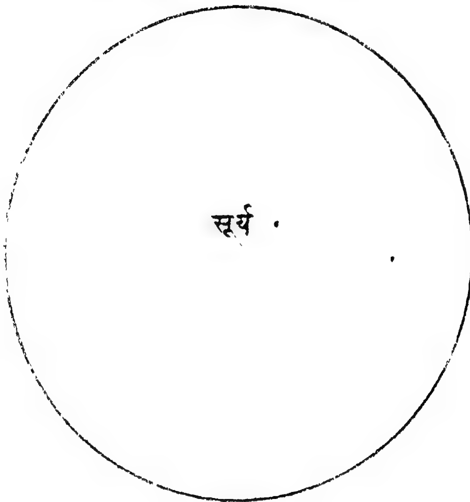
न्यूटनचे मताप्रमाणें ग्रहकक्षेची

वास्तवीक

रीति.



ग्रहांच्या महत्वानुसार आकृती

















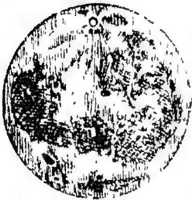


ज्योतिःशास्त्र.

ग्रह दुर्बिणींत पाहिले
असतां
त्यांच्या आकृती ज्याप्रमाणें नजरेस येतात
त्याप्रमाणें खालीं दाखविल्या आहेत.


धूमकेतू


रवि


चंद्र


मंगळ


गुरु


शनि

रसायनशास्त्र.

उपाद्घात.

पृथ्वीवर अनेक तऱ्हांचे पदार्थ आहेत, त्यासर्वांत लहान मोठी कशी तरी घडामोड सर्वकाळ होत आहे. कितीएक पदार्थांचा नाश होत आहे, कितीएक पदार्थ नवे होत आहेत, कितीएक पदार्थांचें रूपांतर होत आहे, कितीएक पदार्थांचीं मिश्रणें होत आहेत, कितीएक पदार्थांचें पृथक्करण होत आहे. याप्रमाणें या पृथ्वीवर अनेक व्यापार घडत आहेत.

रसायनशास्त्रांत यांतून बहुतेक गोष्टींचा विचार केला आहे. व्यवहारांत आपण अनेक गोष्टी रसायनव्यापारांच्या योगानें करीत असतों. स्वयंपाक करणें, चिरगुटें स्वच्छ करणें, रोगास औषधी उपाय करणें, जे पदार्थ आपणास आवश्यक जसा धातू, कीं ज्यांचीं भांडीं वगैरे होतात, यांस मृत्तिकारूपांतून काढून धातुरूपांत आणणें इत्यादि सर्व तऱ्हेचे गोष्टींत आपण रसायन व्यापारांची योजना करितों. तथापि या व्यापारांविषयीं ज्यांत सांगितलें आहे, असें जें रसायनशास्त्र तें फार थोडे लोकांस ठाऊक आहे.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

वैद्यांस याशास्त्राचा फारच उपयोग आहे. कारागिरांस किती आहे हा तर सांगावयासच नको.

या सृष्टींत येऊन आपण सर्व गोष्टींचा अनुभव घेत असतों. निरनिराळे पदार्थांचे निरनिराळे धर्म कोणकोणते आहेत, हें शोधीत असतों, आणि त्याचे ज्ञानानें आपणास सुखावह ज्या गोष्टी त्यांचा लाभ कोणते रीतीनें होईल, हें पाहात असतों. पदार्थांचे धर्म आपणास बदलतां येत नाहींत. ते पदार्थांत स्वतंत्र आहेत. आपण त्या धर्मांची नीट रीतीनें योजना मात्र करितों.

पदार्थांचें स्वरूप.

या पृथ्वीवर पदार्थ चार रूपांनीं राहातात. हीं रूपें पुढें सांगितलीं आहेत.

पहिलें, अप्रवाही म्हणजे धोंडा, माती, इत्यादि घट्ट पदार्थ, ज्यांचा प्रवाह होत नाहीं, आणि ज्यांच्या अवयवांत स्नेहाकर्षण फार आहे.

दुसरें, प्रवाही, म्हणजे जलरूपी, तेल, पारा इत्या-

पदार्थांचें स्वरूप.

दि ज्यांचा प्रवाह होतो, व ज्याचें एकमेकांत मिश्रण जलद होतें, आणि ज्याचे प्रकृत्यंशांत स्नेहाकर्षण फार थोडें आहे.

कधीं कधीं वायुरूपी पदार्थांसही प्रवाही म्हणतात; परंतु या ठिकाणीं त्यांचें जलरूपी पदार्थांपासून भिन्नत्व दाखवावयास त्यांस संकोच्य प्रवाही म्हणतात, आणि जलरूपी पदार्थांस असंकोच्य प्रवाही असें म्हणतात.

तिसरें, वायुरूपी, अथवा संकोच्य प्रवाही म्हणजे वायु, आक्सिजन, हैड्रोजन वगैरे, जे साधारणपणानें अदृश्य असतात, व एकमेकांत ज्यांचें मिश्रण फार जलदीनें होतें; आणि हे संकोच पावतात.

चवथें. धूम्ररूपी म्हणजे ढगें, धुकीं, यां सारिखे हे वायुरूपी पदार्थां सारिखे असतात; परंतु दृश्य असतात, आणि थंडीनें आपली अवस्था सोडून खालचे अवस्थेंत जातात.

साधारणपणानें वायुरूपी पदार्थ हलके असतात, आणि अप्रवाही फार जड असतात; बाकीचे मध्यावस्थेंत असतात; परंतु सर्वदा हा नियम नाहीं. लांकूड, पाण्यापेक्षां

सिद्धपदार्थविज्ञान.

जड नाहीं पारा, लोखंड, तांबें इत्यादि कित्येक धातूं-पेक्षां जड आहे.



रसायनाकर्षण.

ज्या धर्माचे योगानें निरनिराळे जाती-चे प्रकृत्यंश एकमेकांस ओढून जमूं पाहाता-त अथवा जमल्यावर एके ठिकाणीं एकमेकांस धरून राहातात; त्यास रसायनाकर्षण म्हणावें. निरनिराळे पदार्थांचें रसायनाकर्षण निरनि-राळे पदार्थांवर भिन्न भिन्न जातीचें आहे.

तेल व पाणी एके ठिकाणीं मिसळल्यानें मिसळत नाहींत परंतु त्यांत थोडा पापडखार अथवा चुना घा-तला म्हणजे लागलींच तिन्हीं मिळून एक पांढरा गढूळ पदार्थ होतो. हा एक जातीचा साबू आहे. एथें तेल व पाणी यांत रसायनाकर्षण नाहीं, परंतु पापडखार, तेल व पाणी यांत आहे असें म्हणावें लागतें.

रसायन मिश्रणानें अनेक चमत्कार घडतात. नाशि-

रसायनाकर्षण.

वणारे कुजिवणारे अथवा तीक्ष्ण पदार्थ मिश्रणानें थंड होतात. गंधकाचा अर्क आणि चुना एके ठिकाणीं मिसळला असतां त्यापासून एका तऱ्हेची माती होते, आणि हिच्यामध्यें त्या दोन्ही पदार्थांचे गुण नसतात. पदार्थ पूर्वी गंधहीन असून मिश्रणानें अतितिक्ष्ण गंधाचे होतात. हवेंत गंधक जाळला असतां त्याचा वास नाकास सोसवत नाहीं इतका तीक्ष्ण होतो. रसायण मिश्रणानें रूपांतर ही होतें. अप्रवाही पदार्थ प्रवाही होतात. अप्रवाही व प्रवाही वायुरूपी होतात, आणि वायुरूपी अप्रवाही अथवा प्रवाही होतात, गूळ व चुना एक्या ठिकाणीं मिळाला असतां पहिल्यानें पातळ होतो, आणि कांहीं वेळ गेल्यानंतर त्याचा एक घट्ट पदार्थ होतो. मीठ व साकर हीं पाण्यांत विरघळतात. पारा आणि शिसें यांपासून घट्ट पदार्थ होतो.

कोळसा जाळून त्यापासून जो ग्यास (वायुरूपी) निघतो तो आणि कळीचा चुना आणि नवसागर यापासून निघालेला वायु यांचें त्यावर मिश्रण केलें असतां दोघांपासून एक पांढरा अप्रवाही पदार्थ उत्पन्न होतो.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

रसायनाकर्षणानें पुष्कळ पदार्थ एके ठिकाणीं मिळून नवे पदार्थ होतात, शापडखार, रेती, आणि शिसें यांची कांच होते. मनुष्य, प्राणी वनस्पती यांचीं शरीरें अनेक पदार्थांच्या मिश्रणानें झालीं आहेत.

रसायनाकर्षणानें मिश्रित पदार्थांचा भेदही होतो. एका पाण्यानें भरलेल्या भांड्यांत जर मीठ घातलें तर तें मीठ विरून पाण्याशीं मिळून जातें. आतां जर यांत थोडीशी आल्कोहोल दारू मिळविली तर तें मीठ पाण्यास सोडून तळाशीं जाऊन बसतें.

आल्कोहोल दारूंत कापूर विरून मिळून जातो. यांत पाण्याचे कांहीं थेंब सोडले असतां कापूर दारूस सोडून तळास जाऊन बसतो.

एथें पाणी व मीठ व कापूर आणि दारू यांत परस्पर जितकें आकर्षण आहे तितक्यापेक्षां दारू व पाणी यांत फार आहे असें सिद्ध होतें. या आकर्षणास कधीं कधीं भेदक आकर्षण म्हणतात.

रसायणमिश्रणानें उष्णता, थंडी, वीज, तेज इत्यादि हीं उत्पन्न होतात. कळीचा चुना व पाणी मिश्रित केलीं असतां हातांत न धरवे इतकी उष्णता उत्पन्न

होते. सोरा व पाणी एके ठिकाणीं मिश्रित केलीं असतां थंडी उत्पन्न होते. एका क्षार मिश्रित पाण्याच्या गलासांत एक जस्ताचा पत्रा व एक तांब्याचा पत्रा असे ठेविले असतां त्यांपासून वीज उत्पन्न होते.

क्लोरेट, आवपोटाश आणि खडीसाखर यांस सम भागांनीं मिश्रित करून त्यांवर एक थेंब गंधकाचे अर्काचा पाडविला असतां लागलांच पेट घेतात.

सर्व पदार्थांचें रसायनमिश्रण होत नाहीं. पाणी आणि रेती हीं जरी एके ठिकाणीं ढवळून एक झालींशीं वाटलीं. तथापि कांहीं वेळ गेल्या नंतर पाण्यास सोडून रेती खालीं बसते. तेल व पाणी हीं कधींही एके ठिकाणीं मिश्रित होत नाहींत, वेगळीं राहातात.

रसायनमिश्रण नियमित प्रमाणानें होतें. म्हणजे आक्सिजन व हैड्रोजन हे दोन वायू मिश्र झाले असतां नेहमी ८ आणि १ या प्रमाणांत आहेत असें समजावें. तसेंच, पारा, गंधक, क्लोरैन इत्यादि पदार्थ हर हमेशा, २००, १६, ३५, इ० प्रमाणांनीं मिश्र होतात.

आतां यावरील बोलण्यावरून असें समजूं नये

सिद्धपदार्थविज्ञान.

की, पारा, गंधक, वगैरे पदार्थ वर सांगितल्याशिवाय दुसऱ्या प्रमाणांनीं एकमेकांत मिश्रच होत नाहींत. तर दुसरेही प्रमाणांनीं होतात, परंतु तीं प्रमाणें नेहमी वर सांगितल्या प्रमाणाचे बरोबर दुप्पट, तिप्पट, इत्यादि अशा प्रमाणांनीं बदलली तर बदलतात. उदाहरण. नैत्रोजनाशीं आक्सिजन वायू पांचा साहा प्रमाणांनीं मिश्र होतो, परंतु तीं प्रमाणें पुढें लिहितों त्याप्रमाणें आहेत. १४ नैत्रोजन + ८ आक्सिजन, अथवा १४ नैत्रोजन + १६ आक्सिजन, १४ नैत्रोजन + २४ आक्सिजन, १४ नैत्रोजन + ३२ आक्सिजन, १४ नैत्रोजन + ४० आक्सिजन, अथवा २८ नैत्रोजन + ८ आक्सिजन इत्यादि.

वर ज्या मिश्रणांच्या प्रमाण संख्या सांपडल्या आहेत यांस रसायन समांश म्हणतात.

यावरून पाऱ्याचे रसायन समांश २०० आहेत, गंधकाचे १६ आहेत, आक्सिजनाचे ८ आहेत, आणि हैड्रोजनाचा १ आहे. पाण्याचे ९ आहेत, हवेचे ३६ आहेत असें सिद्ध होतें.

तत्वें.

५ रसायनशास्त्राच्या दृष्टीनें पदार्थ दोन प्रकारचे, मूल व मिश्र. मूलपदार्थास तत्वें म्हणतात.

ज्या पदार्थापासून त्याशिवाय भिन्न असे दुसरें कांहीं काढतां येत नाहीं, त्यास तत्व म्हणावें. उदाहरण, पारा, तांबे, जस्त, सुवर्ण इत्यादि ज्या पदार्थाचें पृथक्करण होतें, ते मिश्रितपदार्थ उदाहरण, पितळ, कांच. इत्यादि.

प्राचीन लोकांचे मताप्रमाणें तत्वें पांच आहेत. पृथ्वी, अप, तेज, वायु, आणि आकाश, परंतु यांतून प्रत्येकाचें पृथक्करण सांप्रतकाली करितां आलें आहे, तेव्हां त्यांस आतां तत्वें म्हणतां येत नाहीं.

६ सांप्रतकाळीं तत्वांची गणना ६४ केली आहे एक म त्यांही आहे, आणि कितीएक वायुरूपी आहेत, व कितीएक अप्रवाही आहेत.

पुढील कोष्टकांत तत्वांचि याद दिली आहे.

१ वायुरूपीतत्वें, आक्सिजन, हैड्रोजन, नैत्रोजन, क्लोरेन,

सिद्धपदार्थविज्ञान.

२ अधातुरूपीतत्वें, क्यार्बान. गंधक, फासफरस, बोरन्, सिलीनियं. ऐओडिन्. ब्रोमिन्, फ्लूरैन, नियोबिअ, पिलोपिअं

३ धातुरूपीतत्वें. सुवर्ण, रुपें, लोखंड, ताम्र, पारा, शिसें, कथील, आंटिमनी, बिसमथ, जस्त, आर्सेनिक्, कोबाल्ट. प्लाटिनम्, निकेल. मंगानीज. टंगस्टीन, टेल्यूरिअम. माल्लेब्डिनम. युरेनियम्, टिटानियम्, क्रोमियम्, कोलंबियन्. पाल्लेडियम् रोडियम्, इरीडियम्, आसमियम्, सिरियम्. पोटासियम्, सोडियम्, बेरियम्, स्ट्रांसियम्, क्याल्सियम्, क्याडमियम्, लिथिअम्, सिलीसिअम्, जिर्कोनियम्, आल्यूमिनम, ग्ल्यूसिनम, इत्रियम्, थोरियम्, माग्नीसियम्, वानडियम्, इरबियम्, टरबियम्, लाटानम्, डिडिनियम्, नोरियम.

या यादींत जीं तत्वें लिहिलीं आहेत, त्यांचें अझून पृथक्करण झालें नाहीं. इतकेंमात्र समजावें. पुढें यांतून ज्याचें पृथक्करण होईल त्याचें तत्व हें नांव जाईल. याप्रमाणें कितीएक पदार्थांस मागें झालं आहे, तेंव्हां पुढेंही होईल असा संभव होतो.

या तत्वांतून शुद्धरूपानें या पृथ्वीवर क्यार्बान, गंधक, सुवर्ण, रुपें, तांबें, लोखंड, पारा, शिसें, कथील,

तत्वें.

आंटमनी, बिसमथ, जस्त, आर्सेनिक, आणि ह्लाटिनम्, इतकीं मात्र सांपडतात. बाकीचीं मिश्ररूपांनीं आहेत.

७ आक्सिजन, क्लोरैन, एआंडीन, आणि ब्रोमीन यांस दाहक तत्वें म्हणतात. कारण हीं वायुरूपी अवस्थेंत दुसरे पदार्थांच्या शेजारीं असल्यास त्या पदार्थांचें दहन करितात.

८ हैड्रोजन, गंधक, फासफरस, कार्बोन, बोरन् आणि किर्नाग्कधातू यांस दाह्य तत्वें म्हणतात. कारण हीं दाहकतत्वां शेजारीं असल्यास दहन पावतात.

आसिडें.

१ जे पदार्थ तोंडांत घातले असतां आंबट लागतात, त्यांस साधारणपणानें आसिडें म्हणतात. हे पदार्थ वनस्पती संबंधी निळे रंगास तांबूस करितात; आणि आल्कली, आक्सैड आणि मृत्तिका यांशीं जलद मिसळून

सिद्धपदार्थविज्ञान.

क्षार होतात. या क्षारांत मूळचे आसिडांचे धर्म अगदीं नसतात.

आक्सिजन आणि दुसरे कितीएक मूळ पदार्थ यांचे मिश्रणानें आसिडें उत्पन्न होतात. आंबटपणा आक्सिजनापासून येतो.

आसिडें. अप्रवाही, प्रवाही आणि वायुरूपी या तिन्ही रूपांनीं आहेत. उदाहरण बेन्झोईक आसिड, सल्फ्यूरिक आसिड. आणि कार्बोनिक आसिड.

आसिडें चार प्रकारचीं आहेत. धातूसंबंधी, मृत्तिकासंबंधी, वनस्पतीसंबंधी, आणि सजीव पदार्थांसंबंधी

धातू व मृत्तिका यापासून निघालेलीं कितीएक आसिडें. सल्फ्यूरिअस आसिड, सल्फ्यूरिक आसिड, नैत्रियस आसिड, नैत्रिक आसिड, म्यूरिआटिक आसिड, क्यार्बोनिक आसिड, फास्फारिक आसिड, फासफरस आसिड, फ्ल्यूरिक आसिड, आर्सेनियस आसिड, आर्सेनिक आसिड, इत्यादि.

वनस्पतीपासून झालेलीं कितीएक आसिडें. आसे

आसिडें.

टिक आसिड, आक्सालिक आसिड, मालिक आसिड, सित्रिक आसिड, ग्यालिक आसिड, कामफोरिक आसिड, इत्यादि.

सजीव पदार्थांपासून झालेलीं आसिडें. प्रशिक आसिड, लिथिक आसिड, सिबासिक आसिड इत्यादि.

१० ज्या पदार्थांपासून आसिडें उत्पन्न झालीं आहेत त्या पदार्थांवरून आसिडांस नांवें दिलीं आहेत. उ० सल्फूरिक आसिड ह्मणजे सल्फर (गंधक) यापासून जें आसिड निघालें तें.

एखादे वेळेस एकापदार्थापासून दोन आसिडें निघतात, तेव्हां ज्यांत आक्सिजन कमी असतो त्यास इयस प्रत्यय लावतात, व ज्यांत अधिक असतो त्यास इक प्रत्यय लावतात. उ० सल्फूरिअस आसिड आणि सल्फूरिक आसिड, कितीएक आसिडांचीं मिश्रप्रमाणें खालीं दाखविलीं आहेत.

आसिड,	मिश्रपदार्थ.
सल्फूरियस,	१६ गंधक + १६ आक्सिजन.
सल्फ़ारिक,	१६ गंधक + २४ आक्सिजन.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

आसिड.	मिश्रपदार्थ.
नैत्रियस,	१४ नैत्रोजन + ३२ आकुसिजन.
नैत्रिक,	१४ नैत्रोजन + ४० आकुसिजन.
म्यूरिअटिक,	३६ क्लोरिन + १६ आ०
क्यार्बानिक,	६ क्यार्बान + १६ आ०
फासफरिक,	३१ फासफरस + ४० आ०
सित्रिक,	७२ क्यार्बान + ५ हैद्रोजन + ८८ आक्सि०
ग्यालिक,	४२ क्यार्बान + १ हैद्रो० + २४ आ० + २ पाणी
क्याफरेत्रिक	६० क्यार्बान + ७ हैद्रो० + २४ आ० + १ पाणी

आक्सैड्स.

१० पदार्थांत आक्सिजन मिळून आसिडें होतात, असें मागें सांगितलें, परंतु आकुसिजनाचे सर्व प्रकारचे मिश्रणापासून आसिड होतें असें नाहीं. कितीएक मिश्रणें मात्र आसिड आहेत, बाकीच्यांस आक्सैड अशी संज्ञा आहे, आणि आकुसिजनाचे भाग मि-

आक्सेड्स.

श्रणांत जसजसे वाढत जातात त्या त्या प्रमाणें प्रोटोक्सैद, घुनोक्सैड, या प्रमाणें वेगळालीं नांवें द्यावीं लागतात.

उदाहरण.

नैत्रोजनाचा प्रोटोक्सैड, १४ नैत्रो० + ८ आक्सिजन.
नैत्रोजनाचा घुनोक्सैड, १४ नैत्रो० + १६ आ०
हैपोनैत्रियस आसिड, १४ नैत्रो० + २४ आ०
नैत्रियस आसिड, १४ नैत्रो० + ३२ आ०
नैत्रिक आसिड, १४ नैत्रो० + ४० आ०

धातूंस जंग चढणें, रक्तास तांबडा रंग येणें, शेण कुजणें इत्यादि व्यापार आक्सिजनाच्या मिश्रणानें होतात. यांस आक्सेड्स म्हणतात.

१२ आकुसिजन हा वायु रुढ स्वरूपांत कधींही सांपडत नाहीं. बहुतेक पदार्थ यांचे आपणावर आकर्षण करितात, आणि आक्सेड किंवा आसिड होतात.

या पृथ्वीवरील पदार्थ बहुतेक आक्सेड्स आहेत, म्हणजे आक्सिजनानें भरून राहिलेले आहेत. पाण्यांत याचे $\frac{८}{९}$ आहेत. हवेंत $\frac{१}{५}$ आहेत. मृत्तिका धातु

सिद्धपदार्थविज्ञान.

यांशीं मिळून तर यानें सर्व पृथ्वी व्यापिली आहे. हैड्रो-जन, नैट्रोजन व क्यार्बान यांशीं हा वायु मिळून वनस्पती व सजीव पदार्थ उत्पन्न झाले आहेत. सजीवपदार्थांचे जीवन तर या वांचून व्हावयाचेंच नाहीं. यास प्राणवायु असें म्हणण्यास योग्य आहे.

आल्केली.

१३ आल्केली तीक्ष्ण व किंचित् मूत्रवत् लागतात. या वनस्पतीचे निळे रंग हिरवे करितात, आणि पिंवळे रंग तांबडे करितात. याचे योगानें तैजस पदार्थ पाण्याशीं मिळतात. या दाह्य नाहींत, परंतु उष्णतेच्चे योगानें उडून जातात, पाण्यांत विरघळतात, आणि आसिडांशीं मिश्र केल्या असतां क्षार उत्पन्न करितात.

१४ आल्केली चार आहेत. सोडा, पोटाश, आमोनिया, आणि लिथिआ.

आल्केली.

सोडा आणि पोटाश हे रूपांतर झाल्याशिवाय फार उष्ण होऊं शकतात. या मुळें यांस अनुद्र आल्केली म्हणतात. आमोनिया हीस उद्र आल्केली म्हणतात.

सोडियम्, आमोनियम, पोटाशियम्, आणि लीथिअम् या धातूंशीं आक्सिजन मिळून आल्केली झाल्या आहेत. धातूंचा आल्केली होण्यास आक्सिजन कारण झाला आहे.

सोडियम् + आक्सिजन = सोडा आल्केली.

पोटासियम् + आक्सिजन = पोटाश आ॰

आमोनियम् + आक्सिजन = आमोनिया आ.

लिथिअम् + आक्सिजन = लिथिया॰

सोडियम्, पोटाशियम्, आणि लिथियम् या धातू आहेत, परंतु आमोनियम् हा मिश्रपदार्थ १४ नैत्रोजन आणि ४ हैद्रोजन यां पासून झाला आहे. हा पदार्थ या धातूंत शिरून त्याशीं समगुण होतो. ही एक चमत्कारिक गोष्ट आहे. असेंही कदाचित होईल कीं, आपणास ज्या आज धातू वाटत आहेत त्या

सिद्धपदार्थविज्ञान.

पुढें मिश्रपदार्थ आहेत असें सिद्ध होईल.

व्यवहारांत आल्केलींचा फार उपयोग पडतो.

सजीव पदार्थांत सोडा आल्केली असते. यामुळें या आल्केलींचा वैद्यांस व औषधांस फार उपयोग आहे.

साबू, कांच यांच्या कारखान्यांत आल्केलीचा फार उपयोग पडतो. धोबी रंगारी यांसही यांचा उपयोग पडतो.

१५ तीन आल्केलींपासून झालेले तीन पदार्थ आमचे लोकांत प्रसिद्ध आहेत.

पापडखार म्हणजे क्यार्बोनेट आफ सोडायाची एक जात आहे. हा पदार्थ कार्बोनिक आसिड आणि सोडा आल्केली यांपासून झालेला आहे.

सोरा अथवा नैत्रेट आफ पोटास हा पदार्थ नैत्रिक आसिड आणि पोटाश यांपासून झाला आहे.

नवसागर अथवा क्लोराइड आफ आमोनिया हा आमोनिया आणि क्लोरिक आसिड यांपासून झालेला आहे.



आल्केलेन मृत्तिका.

१६ कितीएक धातूंपासून ज्या मृत्तिका उत्पन्न झाल्या आहेत, ज्या हल्लीं पृथ्वीवर सांपडतात, त्यांतून कितीएकांत आल्केलीं-चे धर्म आहेत म्हणून त्यांस आल्केलेन मृत्तिका म्हणतात.

बेरियम्, स्त्रानूशियम्, क्यालशियम्, आणि माग्नीशियम्, ह्या धातूंपासून आल्केलेन मृत्तिका झाली असें म्हणतात.

बेरेटीस म्हणून एक मृत्तिका असते, ती बेरियम धातू आक्सिजनाशीं मिळून झालेली आहे. ही मृत्तिका आल्केलेन फार आहे.

क्यालसियम आक्सिजनाशीं मिळून झालेली माती तीस आपण चुना म्हणतों, ती मृत्तिका ही फार आल्केलेन आहे.

चुन्यास क्यार्बानिक आसिड मिळाल्यानें खडू, चुनखडा, गार, संगमरवर इत्यादि मृत्तिका होतात. ह्या फारशा आल्केलेन नाहींत. ह्या पदार्थांस क्यार्बोनेट आफलेन म्हणतात.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

क्षार.

१७ धातूंचे आक्सैड, आल्केली आणि मृत्तिका यांस आसिडें मिळून क्षार उत्पन्न होतात. यांतून बहुतेक क्षार न्युत्रल म्हणजे अव्यापारक आहेत. त्यांत आसिड व आल्केली या दोहींचे ही गुण नाहींत.

क्षार अनेक आहेत. त्यांतून कितीएक एथें लिहितों. मीठ हें म्युरियाटिक आसिड आणि पोटाश यां पासून झालें आहे. सोरा हा क्षार नैत्रिक आसिड आणि पोटाश यां पासून झाला आहे. तुरटी हा क्षार सल्फ्यूरिक आसिड, आल्यूमैन आणि पोटाश यां पासून झाला आहे.

हिराकस = सल्फ्यूरिक आसिड व लोखंड.

मोरचूत = सल्फ्यू॰ आसिड आणि तांबें.

स्वागीखार = बोरासिक आ॰ आणि सोडा.

मीठ हा क्षार समुद्राचे पाण्यापासून काढतात. हा लोकांचे फार उपयोगी पडतो.

सर्व तऱ्हांचे क्षार पाण्याशीं फार जलद मिश्रण पाव-

क्षार.

तात, परंतु वाफ करून पाणी उडविलें असतां हे खाली राहातात.

१८ कितीएक क्षार जमिनींत सांपडतात. कितीएक मिश्रणांनीं होतात.

चुनखडा याचे पृथ्वीवर मोठाले डोंगर आहेत मिसर देशांत व हिंदुस्थान प्रांत पापडखार जमिनींतून निघतो, हिंदुस्थानांत सोराही जमिनीपासून काढतात.

मीठ हें समुद्रांतून काढावें लागतें, परंतु कितीएक देशांत हें जमिनींतूनही निघतें. क्लारेट आफ पोटाश, ग्लाबर्स साल्ट इत्यादि कितीएक पदार्थ रसायन मिश्रणांनीं तयार करावे लागतात.



सिद्धपदार्थविज्ञान.

दहन.

ज्या पदार्थास फार तापवितां येतें असें धात्वादिक पदार्थ जर तापविले तर ते एका नियमित उष्णतेपर्यंत तापले म्हणजे सतेज होतात. त्याच प्रमाणें जर कोळश्यावर व्यापार केला तर तोही त्याच प्रमाणें सतेज होतो, परंतु अग्नीपासून धात्वादिक बाहेर काढलें म्हणजे निऊन निस्तेज होतात; परंतु जिवंत कोळसा पुष्कळ वेळ प्रदीप्त असतो. या तापविण्यानें धात्वादिकांचें वजन कमी होत नाही, परंतु कोळसा हळू हळू नाहींसा होत असतो. या व्यापारांत धात्वादिक प्रदीप्त झाले, आणि कोळश्याचें दहन झालें असें म्हणतात. हा व्यापार कोळसा आणि हवेंतील आक्सिजन यांचे संयोगानें होतो. संयोगाचें फल उष्णता आणि अतिउष्णतेपासून तेज अशीं उत्पन्न होतात.

१९ दहनसमयीं पदार्थांतील अंशांचा हवेंतील आक्सिजनाशीं संयोग होतो. उष्णता व तेज हीं संयोगजन्य आहेत.

साधारणपणानें वनस्पती व सजीव पदार्थ

दहन.

यांचें फार दहन होतें. या दोघांतही क्यार्बान आणि हैड्रोजन हे पदार्थ असतात. त्यामुळें ते दहन पावतात.

वायुरूपी पदार्थांच्या संयोगानें उष्णता उत्पन्न होते, तिजमुळें ते पदार्थ तापून सतेज होतात. या तेजास जोत असें म्हणतात.

२० आक्सिजनांच्या संयोगानें इतर पदार्थ जळतात. या साठीं त्यास दाहकवायु असें म्हणतात. जळणारे पदार्थांस दाह्य असें म्हणतात.

आक्सिजनाशिवाय दुसरेही पदार्थ दाहक आहेत. ते क्लोरैन, एओडीन आणि ब्रोमीन हे आहेत.

हैड्रोजन, गंधक, फासफरस, क्यार्बान, बोरन् आणि दुसऱ्या कितीएक धातू दाह्य आहेत.



सिद्धपदार्थविज्ञान.

हवा.

२१ कितीएक वायु मिळून हवा झाली आहे. रसायनव्यापारांचे आश्रयानें ह्या सर्वांस वेगळे करितां येतें.

परंतु या हवेंत मुख्य वायु दोन आहेत. आक्सिजन, आणि नैत्रोजन. दहन आणि जीवन यांस उत्तेजन देणारा असा वायु आक्सिजन, यांचा हवेंत १/५ आहे; आणि दोहींसही निरुपयोगी असा नैत्रोजन वायु हवेंत ४/५ शांनी आहे. क्यार्बानिक आसिड ग्यास हा हीत सुमारें ३/१०००० शांनीं आहे. क्यार्बानिक आसिड हा दहन व जीवन यांस विषतुल्य आहे, परंतु हवेंत हा फार थोडा आहे, म्हणून यापासून नाश होत नाहीं. हवेंत पाण्याची वाफही असते; परंतु तिचें प्रमाण अनियमित आहे.

हवेस स्वता गंध नाहीं; परंतु इतर पदार्थांच्या संगतीनें तीस सुवास किंवा दुर्गंध येतो.

स्वच्छ हवा अथवा आक्सिजन यांत दिवा चांगला जळतो; परंतु तोच जर नुसत्या नैत्रोजनांत घातला

हवा.

तर लागलाच विझून जातो.

उष्णतेचे योगानें हवा प्रसरण पावते. थंडीनें आकुंचित होते. शहरांतील हवा लोकांचे श्वासोछ्वासाचे योगानें नासलेली असते. उघड जागेवरची हवा मात्र स्वच्छ असते.

पाणी.

२२ आक्सिजन आणि हैद्रोजन यांचे योगानें पाणी झालें आहे. पाण्यांत आक्सिजनाचे ८/९ आणि हैद्रोजनाचा १/९ आहे. रसायन व्यापाराचे योगानें पाण्याचें पृथक्करण होतें.

पाणी साधारणपणानें बहुतेक पदार्थांत आहे; परंतु कितीएकांत तें मिसळून आहे. कितीएकांशीं त्याचा रसायन योग झाला आहे. साधारणपणानें मिळालेलें असतें, तेव्हां आपल्या दृष्टीस गोचर असतें; परंतु रसायन योगानें मिश्रित झालेलें असलें म्हणजे आपणास दिसत नाहीं. या रीतीनें हे स्फटिक (क्रिसृल्स) क्षार. वनस्पती आणि सजीव पदार्थ यांत असतें.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

पाणी हा प्रवाही पदार्थ आहे. परंतु त्याचें बर्फ ही होतें, आणि वाफही होते.

या पृथ्वीवर $\frac{२}{३}$ पाण्याचा विस्तार आहे, आणि $\frac{१}{३}$ जमिनीचा विस्तार आहे.

सूर्याचे उष्णतेनें समुद्रांतील पाणी वाफरूपानें हवेंत जाऊन पर्जन्य, दंव, इत्यादि रूपांनीं पृथ्वीवर पडतें, आणि वनस्पती इत्यादिकांस उत्तेजन देऊन सर्व प्राणी मात्रांचे रक्षणास कारण होतें.

पृथ्वीवर अनेक तऱ्हेचे म्हणजे क्षार, आल्केली, आसिड, धातुविशिष्ट, असे पदार्थ आहेत त्यांचे योगानें पाणी अस्वच्छ झालें असतें शुद्ध पाणी पावसाचें मात्र असतें. पाणी बहुतकरून क्षार मिश्रित फार असतें.

पाण्यास बहुतेक पदार्थांस आपणांत विरविण्याची शक्ति आहे, या मुळें स्वच्छ पाणी सांपडण्यास कठीण पडतें.



वायुरूपीपदार्थ.

२३ रसायनव्यापार अथवा उष्णता यांपासून जे वायुरूपी पदार्थ निघतात त्यांस इंग्रेजींत ग्यासेस असें म्हणतात. कितीएक ग्यासेस थंडी व भार यांचे योगानें प्रवाहीरूपांत आणतां आले आहेत; परंतु हवा, आक्सिजन, हैड्रोजन, नैत्रोजन, व आणखी कितीएक ग्यास अझून प्रवाहीरूपांत आणतां आले नाहींत.

ग्यासांविषयीं एक गोष्ट चमत्कारिक आहे कीं, त्यांस सारखे परिमाणांत घेऊन त्यांचें वजन केलें असतां तीं वजनें त्याचे रसायन समांशांचे सरळ अथवा गुणक प्रमाणांत सांपडतात.

सर्व ग्यासांत हैड्रोजनापेक्षां हलका दुसरा कोणताही ग्यास नाहीं.

पुढील कोष्टकांत कितीएक ग्यास, त्यांचें हैड्रोजनाशीं विशिष्टगुरुत्व, आणि त्यांचे रसायनसमांश असे दाखविले आहेत.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

ग्यास.	वि॰ गु॰	रसायन॰ स॰
हैड्रोजन,	१·०	१·००
नैट्रोजन,	१३·९	१४·२
क्लोरैन,	३५·३	३५·४
क्यार्बानग्यास,	६·०	५·०
पाऱ्याचीवाफ,	१००·०	१००·०
आक्सिजन,	१५·८	८·०
गंधकाचीवाफ,	९५·०	१६·१
पाण्याचीवाफ,	८·९	९·०
क्यार्बानिक आसिड,	२१·८	२२·०
आल्कोहोलाचीवाफ,	२३·०	४६·०
आमोनियाचा ग्यास.	८·४	१७·०

या कोष्टकावरून ग्यासांचे विशिष्टगुरुत्वाचें रसा-यनसमासांशीं किती साम्य आहे हें उघड दृष्टीस पडतें.

धातूंविषयीं.

२४ तत्वसंख्यांत धातुरूपी पदार्थ फार आहेत. कितीएक धातू धातुरूपांत क्वचित् सांपडतात, परंतु कितीएक धातुरूपांनीं सर्व पृथ्वीवर सांपडतात. कितीएक धातू धातुरूपांत फार उपयोगी आहेत, कितीएक मिश्रणांनीं झाल्या आहेत, जसें आक्सेइडस्, ज्यांच्या मूळ धातू अझून काढतांही आल्या नाहींत. कलाकौशल्यांत कितीएकांचा उपयोग होतो. कितीएक वैद्यांस लागतात. या प्रमाणें मनुष्यास धातूंचा अनेक तऱ्हेनें उपयोग होतो.

धातूचे आंगीं एक चमत्कारिक जातीची चकाकी असते.ही त्यांचे अतिदार्ढ्यानें आली असेल असें वाटतें. सर्व धातूंचा रंग बहुत करून पांढरवट आहे. यांत तीन धातूंचें मात्र वैपरीत्य आहे. तांबें व टिटानियम् या तांबड्या आणि सोनें हें पिंवळें आहे.

२५ विशिष्टगुरुत्वांत धातूंचें ऐक्य अगदीं नाहीं. कितीएक धातू पाण्यापेक्षां हलक्या आणि कितीएक पाण्यापेक्षां २१ पट जड आहेत.

सिद्धपदार्थविज्ञान.

कितीएक धातूंचें विशिष्ट गुरुत्व.

प्लाटिनम्,	२१.	लोखंड,	८
सोनें,	१९	आर्सेनिक,	६
पारा,	१४	माग्निसिअम्	१ $\frac{३}{४}$
रुपें,	११	सोडियम्,	०.९७२
तांबें,	९		

२६ प्रसरण. हातोडीखालीं कितीएक धातू फार उत्कृष्ट रीतीनें पसरतात, यांत सोन्याचा पहिला नंबर. सोन्याचे वर्ख सर्वांस ठाऊकच आहेत. कितीएक धातू फार ठिसूळ आहेत. जस्त अर्धपडें ठिसूळ अर्धपडें पसरणारें असें आहे, परंतु सुर्मा आर्सेनिक या अगदीं ठिसूळ धातू आहेत.

२७ चिवटपणा. सर्व धातूंत चिवटपणा एकसारखा नाहीं. धातूंच्या तारा ताणल्या असतां तुटल्याशिवाय जो भार घेतात, त्यास चिवटपणा म्हणतात. चिवटपणाचा क्रम पुढील कोष्टकांत दिला आहे.

धातूंविषयीं.

लोखंड,	सोनें,
तांबें,	जस्त,
प्लाटिनम्,	शिसें,
रुपें,	कथील,

२८ निरनिराळे धातूंचें पाणी होण्यासही निरनिराळ्या उष्णता लागतात.

पोलाद, २७८६० फा० उष्णमापक.

सोनें,	२०१६	शिसें,	६१२
तांबें,	१९९६	कथील,	४४२
रुपें,	१८७३	पोटाशियम्	१३६
जस्त,	७७३	पारा.	३९

धातूंचें रसायनमिश्रण.

२९ धातूंचीं मिश्रणें दोन प्रकारचीं. मिश्र धातू आणि धातूचें आक्सैड.

धातूशीं धातू मिळून मिश्रधातू होतात, जसें पितळ वगैरे.

धातूचे आक्सैडस आक्सिजना प्रमाणें तीन प्रका-

रचे होतात. एक धातुरूप आक्सैडस्, ज्यांत धातूंचे धर्म फार असतात. दुसरें अव्यापारक् आक्सैडस्, ज्यांत धातूंचे धर्म फार कमी असून पदार्थ अव्यापारक असतात. तिसरीं आक्सिडें, ज्यांत आसिडाचे धर्म फार असतात.

धातूंचे वर्ग.

३० आल्केलैन धातू. पोटाशियम्, सोडियम्, लिथिअम्, व आमोनियम्.

३१ आल्केलेन मृत्तिकेच्या धातू. बेरियम्, स्ट्रान्शियम्, क्यालशियम्, आणि माग्निशियम्,

३२ मृत्तिकेच्या धातू, आल्यूमिनम्, ग्ल्यूसिनम्, युत्रियम्, इर्बियम्, टर्बियम्, जिर्कोनियम्, नोरियम्, थोरिआम्, सिरियम्, लांटानम्, डिडिमियम्.

३३ जंग घेणाऱ्या म्हणजे आक्सैडेबल् धातू, ज्यांचे आक्सैडस् धातुधर्माचे फार असतात. माग्निसियम्, लोखंड, क्रोमियम्, निकेल,

धातूंचे वर्ग.

कोबाल्ट, तांबें, जस्त, क्याडमियम्, बिस्मथ, शिसें, युरेनियम्.

३४ जंग घेणाऱ्या धातू. परंतु ज्यांचे आक्सेडस आसिड असतात. वानेडियम्, टंगस्टीन, माल्लिब्डिनम्, कोलंबियम्, नायोबियम्, पिलोपियम्. टिटानियम्, कथील, सुर्मा, आर्सेनिक, टेल्युरियम्, आस्मियम्.

३५ शुद्ध धातू. ज्यांचे आक्सेडस उष्णतेनें नाहींसे होतात. यांस ऊंच धातूही ह्मणतात. सोनें, पारा, रुपें, प्लाटिनम्, पालेडियम्, इरिडियम्, रुथीनियम्, रोडियम्.

सेंद्रियरसायनशास्त्र.

३६ वनस्पती व जीवरूप पदार्थ यांचे घटणेंत जीं तत्वें येतात त्यांची संख्या फार थोडी आहे. साधारणपणानें क्यार्बोन, आक्सिजन, आणि हैड्रोजन, या पदार्थांच्या मिश्रणांनीं वनस्पती झाल्या आहेत. क्यार्बोन, आक्सिजन, हैड्रोजन, आणि नैत्रोजन यापासून सजीव पदार्थांचीं शरीरें झालीं आहेत. वनस्पती व सजीवपदार्थ यांमध्यें

सिद्धपदार्थविज्ञान.

जो मोठा भेद आहे तो मुख्यत्वें करून नैत्रोजनानें केला आहे.

२७ दहनाने संद्रियपदार्थांचें पृथक्करण होतें, आणि हें दहन जर उघड हवेंत झालें तर पदार्थांतील क्यार्बान व हैड्रोजन यांचे हवेंतील आक्सिजनाशीं मेलन होऊन पाठीमागें थोडीशी राख राहाते. या राखेंत पोटाश, सोडा अथवा चुना यांचे क्षार आणि लोखंड व दुसरे धातूंचे थोडे थोडे अंश सांपडतात. शरीरांत फासफरसाचाही अंश आहे.

२८ संद्रिय पदार्थ म्हणजे साकर, तेल, गोंद, आस्थि, मांस, रक्त इत्यादि पदार्थांपासून झाले आहेत, हे सर्व पदार्थ थोडके आणि त्याच तत्वांपासून झाले आहेत.

संद्रिय पदार्थांस जिवंतपणीं उत्तेजन देणारा परंतु मेल्यानंतर नाशिवणारा व कुजिवणारा हा आक्सिजन वायु आहे. आपण जें अन्न भक्षितों त्याचे निरनिराळे पदार्थ व त्यांस यथायोग्य जागीं नेऊन पोंचविणें आणि तेथील नासलेले व जुने पदार्थ काढून टाकणें हा जिवंतपणीं शरीराचा रसायन व्यापार असतो. मरणाअंतीं त्यांची यथा योग्यरीतीनें व्यवस्था राखणारा असा जो प्राण तो नाहींसा होऊन ते विस्कळित पडतात, व नाशास

सेंद्रियरसायनशास्त्र.

पात्र होतात.

३९ वनस्पतीपासून गोंद, सारवर, सत्वांश, तेल, कापूर, राळ, इत्यादि पदार्थ निघतात, ते सर्व आक्सिजन, हैद्रोजन आणि क्यार्बान यांचे मिश्रणांनीं झाले आहेत असें सांपडतें. कितीएक मिश्रणांत तिन्ही तत्वांचीं प्रमाणें सारखीं असून पदार्थ भिन्न असें सांपडलें आहे, परंतु ही गोष्ट कशी होते याजविषयीं अझून बरोबर समजलें नाहीं. ओ, ह, क्या, हीं अक्षरें आक्सिजन हैद्रोजन आणि क्यार्बान यांचे व यांचे रसायनसमांशांचे ठिकाणीं घेऊन पुढील कोष्टकांत कितीएक पदार्थांचे घटक तत्वांचें प्रमाण दाखविलें आहे.

उंसांची सारवर, = २४ क्या + २२ ह + २२ ओ

द्राक्षांची सारवर, = २४ क्या + १८ ह + १८ ओ

गोंद - - - - - = २४ क्या + २२ ह + २२ ओ

सत्वांश - - - = २४ क्या + २० ह + २० ओ

खोबऱ्याचें तेल = २७ क्या + २६ ह + ३ ओ

४० सजीव पदार्थांत पुढील पदार्थ आहेत.

१ आल्ब्यूमेन. शरीरांतून रक्त बाहेर पडतें तेव्हां कांहीं काळ गेल्यावर पातळ पदार्थ होतो त्यास

सिद्धपदार्थविज्ञान.

अथवा पक्ष्यांच्या आंड्यांतला पांढरा रस निघतो यास आल्ब्यूमेन ह्मणतात. याचे दर १०० भागांत पुढील प्रमाणांनीं घटक पदार्थ सांपडतात.

क्यार्बोन	५५	सर्व मिळून १००
हैड्रोजन	७	
नैत्रोजन	१६	
आक्सिजन	२१	
फासफरस गं	} १	
धक मिळून		

२ फिब्रिन (तंतू) हा पदार्थ शरीरांत दोनरूपांनीं राहातो. अप्रवाहीरूपानें तंतून राहिलेला असतो. आणि विरघळून रक्तांत राहिलेला असतो. याच्या घटणेंत जीं तत्वें शिरतात तीं व त्यांचें प्रमाण वरसांगितले कोष्टकाचे जवळ जवळ आहे.

३ क्यासीन हा दुधाचा एक घटक पदार्थ आहे. दुधाचें पृथक्करण पुढील पत्रांत दाखविलें आहे.

सेंद्रियरसायनशास्त्र.

पाणी,	८७	सर्वमिळून १००
लोणी,	३	
क्यासीन,	५	
दुधाचीसाखर,	४	
सोडा, चुना, लोखंड, वगैरे मिळून ---	१	

४ जिलेटाईन (सरस) मांस, कानडी, स्नायु, आणि अस्थि इत्यादि पदार्थ उष्ण पाण्यांत अधिकउणे विरतात, आणि थंड झाल्यावर त्या पाण्यास मऊपदार्था सारिखें रूप येतें, यास जिलेटाईन म्हणतात हा पदार्थ शरीरांत पूर्वीचा नसतो, परंतु त्यापासून उष्ण पाण्याचे संबंधानें उत्पन्न होतो. सरस हा एक याच जातीचा आहे. जिलेटाईनमध्यें पुढील तत्वें आहेत.

क्यार्बान,	५०	एकंदर १०० भाग.
हैड्रोजन,	६	
नैत्रोजन,	१८	
आक्सिजन,	२६	

५. ब्लड (रक्त) शरीरांत साधारणपणानें सर्वदा राहणारा पदार्थ रक्त आहे. याचे योगानें शरीराचें पोषण

होतें. याचेच पासून शरीरांतील भिन्न भिन्न जातीचे सर्व पदार्थ झाले जातात. खालेलें अन्नाचें रक्त झाल्याशिवाय त्याच्यानें शरीराचें पोषण होत नाहीं. रक्ताचा रंग तांबडा असतो.

केवळ दृष्टीनें पाहिलें असतां रक्त हा तांबडा प्रवाही पदार्थ आहे, असें वाटतें, परंतु सूक्ष्मदर्शक यंत्राची योजना केली म्हणजे एका पारदर्शक रंग विरहित अशा प्रवाही पदार्थांत हजारों लाखों रक्ताचे तांबडे बारीक बारीक कण तरत आहेत, आणि या मुळें त्या सर्वांस तांबडा रंग आला आहे असें दिसतें.

पुढील कोष्टकांत रक्त किती पदार्थांचे मिश्रणानें झालें आहे हें दाखविलें आहे.

सेंदियरसायनशास्त्र.

पाणी,	७८	सर्व मिळून १००
फिब्रेन,	०$\frac{१}{४}$	
आल्ब्यूमेन,	७	
रंगदेणारा पदार्थ,	१३	
चरबी,	०$\frac{१}{२}$	
इतर पदार्थ म्हणजे फासफरस, पोटाश सोडा इत्यादि वेगळाले क्षार वगैरे, - - -	१$\frac{१}{४}$	

६ अस्थि. ज्या पदार्थांचे योगानें अस्थि झाल्या आहेत, त्यांत पृथ्व्यंश फार आहेत. शरीरास घट्टपणा व बळकटी आणण्याकरितां अस्थींचा उपयोग आहे. याचें पृथक्करण पुढील कोष्टकांत दिलें आहे.

सेंद्रिय पदार्थ,	३३	एकंदर १००
फासफेट आफ लैम,	५३	
क्यार्बोनेट आफ लैम,	११	
फासफेट माग्नीशिया सोडा व थोडें मीठ मिळून,	३	

सिद्धपदार्थविज्ञान.

जीवरूप व मूलरूप पदार्थांचे पोषणांवरविचार.

४१ नियमित प्रमाणानें परंतु सदोदित चालणारा असा जो श्वासोच्छ्वास व तत्संबंधी दुसरे व्यापार, यांच्यामुळें जीवरूप पदार्थांस जी हलकी येते ती न यावी म्हणून रक्तापासून शरीरास सर्वदा नवे नवे अंश घ्यावे लागतात, ते घेण्यांत तूट येऊं नये म्हणून अन्नाची गरज लागते. या अन्नामुळें शरीरांत नवें रक्त उत्पन्न होऊन कमी पडले भागांत भर पडते, आणि शरीराचें पोषण होतें.

श्वासोच्छ्वास घेतां टाकतांना आंत जाणारा व बाहेर येणारा वायु एकसारखा नसतो. पोटामध्यें जो फुप्फुस आहे त्याचे फुगण्यानें व आकुंचन होण्यानें श्वासोच्छ्वसन चाललें असतें. या श्वासोच्छ्वसनामुळें हवा पोटांत जाते, त्या ठिकाणीं आंतला सर्व आक्सिजन आकर्षिला जाऊन त्याचे ठिकाणीं पोटांतील क्यार्बानिक आसिड येऊन भरतें, आणि श्वास बाहेर टाकण्याचे वेळेस श्वासा बरोबर बाहेर येतें. हवेंतील जो आक्सिजन पोटांत जातो तो आंतील अन्नरसाचे रक्तास मिळून त्यास तांबडें करितो,

आणि सर्व शरीरांत यथा योग्य रीतीनें फांकला जातो.

वनस्पतींचे पोषणास जें अन्न लागतें तें त्या हवा, पाणी, आणि जमीन यांपासून घेतात. हवेपासून त्यांस क्यार्बानिक आसिड आणि नैत्रोजन मिळतो. पाऊस अथवा दंव यांपासून त्यांस पाणी मिळतें, आणि जमिनीपासून आल्केली आणि क्षार मिळतात. हवेंतील क्यार्बानिक आसिड वनस्पती पर्णद्वारा घेतात, आणि रात्रीस आपणांमधून त्याच द्वारें आक्सिजन टाकून देतात. या प्रमाणें पाहूं गेलें तर पानें हीं वनस्पतींचीं श्वासोच्छ्वासनीच इंद्रियें होत.

ही एक चमत्कारिक गोष्ट आहे कीं, वनस्पती व जीवरूप पदार्थ एकमेकांचें पोषण करित असतात. प्राण्यास शुद्ध आक्सिजनाची गरज आहे. वनस्पतीस क्यार्बानिक आसिडाची गरज आहे; आणि श्वासोच्छ्वासांत प्राणी आक्सिजन खातात, आणि क्यार्बानिक आसिड टाकितात. तें वनस्पती खातात, आणि प्राण्यास जो उपयोगी पदार्थ म्हणजे आक्सिजन तो त्या बाहेर टाकितात. या प्रमाणें एकास जें जीवन तें दुसऱ्यास विष आणि एकास जें विष तें दुसऱ्यास जीवन. असें या सृष्टांत

झालें आहे.

याच प्रमाणें एकमेकांचीं शरीरें एकमेकांस कामास पडतात. वनस्पतीपासून जे पदार्थ होतात तें प्राण्यास अन्न होतें, आणि प्राणी गतप्राण झाल्यावर क्यार्बोनिक आसिड, सोडा, क्षार इ० पदार्थांत त्याचें पृथक्करण होऊन तें वनस्पतींस अन्न होतें.

रसायनचिन्हांवर विचार.

रसायनमिश्रणांची घटणा व त्यांत जे फेरफार पडतात. ते सुलभ रीतीनें व स्पष्टपणानें समजावे यासाठीं चिन्हांची योजना करावी लागते.

बर्जिलियस साहेब ह्यानें ही रीति पहिल्यानें शोधून काढली. जीं तत्वें मागें सांगितलीं आहेत त्यांचे आरंभीचें अक्षर त्या तत्वाबद्दल व त्याचे रसायन समांशा बरोबर घेण्याची चाल आहे. ज्यांस रसायन शास्त्राचा अभ्यास चांगला करणें आहे. त्यांनीं ह्या चिन्हांची चांगली माहिती करून घ्यावी.

चिन्हे योजण्याचे नियम.

१ = हें चिन्ह असें दाखविते कीं, याचे पूर्वीं जो पदार्थ लिहिला आहे तो पदार्थ दुसरे बाजूचे पदार्थांपासून उत्पन्न होईल, अथवा त्यांस उत्पन्न करील.

२. मिश्रपदार्थ घटक पदार्थांचे चिन्हांनीं दाखविले जातात. उ० सं लो० = लोहाचा सल्फ्यूरेट म्हणजे हा पदार्थ गंधक आणि लोखंड यांचे मिश्रणानें झाला आहे.

३. चिन्हाचे डोकीवर अथवा खालीं अंक लिहिले असतात ते त्या चिन्हाचे गुणक दाखवितात. उ० ग², ग₂ = २ ग.

४ चिन्हाचे पूर्वी अंक लिहिले असतात. ते त्या सर्व चिन्हाचे गुणक होतात. उ० २ ओह ऑ = २ ओह + २ औ

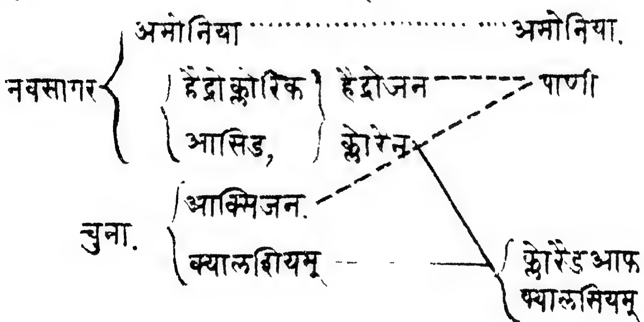
५ मिश्रणांत मिश्रण दाखविणें झाल्यास कोसांची योजना करावी. उदाहरण. (२ ह० क्यो० न + क्यो० ने० लो) + २ ओ० पो० = फिरोसे आनिक आसिड + २ पोटाश.

६ रसायन व्यापारांचे परिमाण कसे होतात ते दाखविण्याकरितां एका तऱ्हेची रचना योजिली आहे. तींत जे पदार्थ आपण पहिल्यानें घ्यावे ते डावे बाजूस लिहिलेले असतात. त्याचे पुढें त्यांचे घटकपदार्थ लिहिलेले असतात, आणि रसायन व्यापार जसजसा चालेल तसतसे

सिद्धपदार्थविज्ञान.

जे भाग होतात ते त्यां त्याप्रमाणें पुढें लिहिले असतात, आणि शेवटीं शेवटचे उत्पन्न झालेले पदार्थ लिहितात. शेवटचा पदार्थ जर वायुरूपी असला तर सांधणाऱ्या रेषा टिंबांनीं दाखविल्या असतात, प्रवाही पदार्थ झाला असला तर तुटके रेषांनीं दाखविल्या असतात, आणि अप्रवाही पदार्थ झाला तर पूर्ण रेषांनीं दाखविल्या असतात.

चुना आणि नवसागर यांचे मिश्रणाचा परिणाम पुढील रचनेत दाखविला आहे.



रसायनव्यापारांवर विचार.

४३ रसायन व्यापार अनिमियत रीतीनीं होत नाहीं, परंतु नियमित रीतीनीं होतात. रसायन मिश्रणांचे चार नियम आहेत

पहिला, सर्व रसायन मिश्रणें स्वभावानें नियमित आहेत, आणि त्यांचे घटक पदार्थाचें प्रमाण हीं सदोदित सारखें असतें.

दुसरा, जेव्हां एकादा पदार्थ दुसरे पदार्थाशीं कितीएक परिमाणांनीं मिश्रण पावतो, तेव्हां तीं सर्व परिमाणें एकमेकांशीं सरळ प्रमाणांत असतात. यास गुणक प्रमाण म्हणतात.

तिसरा, जर अ ह्या पदार्थाशीं ब क ड इत्यादि पदार्थ कांहीं प्रमाणांनीं मिश्रण पावत असले तर ते पदार्थ ज्या प्रमाणांनीं त्याशीं मिश्रण पावतात, त्याच प्रमाणांनीं एकमेकांशीं मिश्रण पावतील. यास रसायन समांशांचा धर्म असें म्हणतात.

चवथा, मिश्रपदार्थाचें मिश्रण होण्याचें प्रमाण याचे घटकपदार्थाचे मिश्र होण्याचे प्रमाणांचे बेरजे बराबर आहे.

एकादा रसायन पदार्थ सर्वदां त्याचे त्याच घटक

अंशांपासून होतो ही गोष्ट प्रत्यक्ष प्रमाणासारखीच आहे. १ हैड्रोजन व ८ आक्सिजन मिळून पाणी, आणि २८ नैत्रोजन व ८ आक्सिजन मिळून हवा, हें प्रमाण कधींही बदलावयाचें नाहीं; जेथें पाणी व हवा आहे तेथें आक्सिजन हैड्रोजन आणि आक्सिजन नैत्रोजन हें आपल्या प्रमाणांनीं मिळून राहिलेले आहेत. हवा अथवा पाणी हीं वरील तत्वें आणि वरील प्रमाणें याशिवाय बाहरचे तत्वांनीं अथवा बाहेरचे प्रमाणांनीं कधींही होणार नाहींत.

४४ वरील सिद्धांतांत त्याच पदार्थांत तेच घटक अंश सर्वदां आहेत ही गोष्ट सांगितली ही खरी आहे, परंतु त्याच घटक अंशांपासून तोच पदार्थ सर्वदां होतो असें नाहीं याचीं उदाहरणें मूलरूप व जीवरूप पदार्थांत पुष्कळ आहेत.

२४ क्या० + २२ है० + २२ ओ० = उंसाची साखर.

२४ क्या० + २२ है० + २२ ओ० = गोंद.

५५ क्या० + ७ है० + २१ ओ० + १६ नै० = आल्ब्यूमेन.

५५ क्या० + ७ है० + २१ ओ + १६ नै० = फिब्रेन.

रसायनव्यापारावर विचार.

४५. गुणक प्रमाणांचीं उदाहरणें अनेक आहेत. नैत्रोजनाशीं आक्सिजन साहा प्रमाणांनीं मिळतो. तीं सर्व प्रमाणें मूळ प्रमाणाचे गुणकांनीं झालीं आहेत.

१४ नै + ८ ओ = नैत्रोजनाचा प्रथम आक्सेड.

१४ नै + १६ ओ = नैत्रोजनाचा द्वितीय आक्सेड.

१४ नै + २४ ओ = हैपोनैत्रियस आसिड.

१४ नै + ३२ ओ = नैत्रियस आसिड.

१४ नै + ४० ओ = नैत्रिक आसिड.

२८ नै + ८ ओ = साधारण हवा.

४६. रसायनसमांशांचे नियम जर ८ आक्सिजन १४ नैत्रोजन अथवा ६ क्यार्बान अथवा १६ गंधक, ३१ फासफरस, २८ लोखंड, यांच्याशीं रसायन मिश्रण होत असलें तर १४, ६, १६, इत्यादि संख्या त्या त्या पदार्थांचें परस्परांत मिश्रण होण्याचें प्रमाण ही दाखवितात. या सिद्धांतांवरून रसायनसमांशांचा उपयोग सहज लक्ष्यांत येतो.

४७. मिश्रपदार्थांचे रसायनसमांश या धर्माचीं ही उदाहरणें पुष्कळ आहेत. आसिड आणि आल्केली एकमेकांत कांहीं प्रमाणांनीं मिळविली असतां तज्-

सिद्धपदार्थविज्ञान.

न्य पदार्थ व्यापार शून्य होतो. एथें जीं प्रमाणें सापडतात तीं घटकपदार्थांचें समांशांचे बेरजेपासून जीं प्रमाणें मिळतात त्यां बरोबर आहेत.

३९ पोटाश + ८ आक्सिजन = पोटाश आल्केली.

१६ गंधक + २४ आक्सिजन = सल्फ्यूरिक आसिड.

(३९ + ८) अथवा ४७ पोटाश + (१६ + २४) म्हणजे ४० स. आ = अव्यापारकक्षार सल्फेट आफ पोटाश होतो.

महत्वप्रमाणानें मिश्रण.

गेल्यूसाक या साहेबानें एक चमत्कारिक गोष्ट शोधून काढली. ती अशी कीं, जेव्हां वायुरूपी पदार्थांचे रसायनमिश्रण होतें, तेव्हां मिश्राचे पदार्थ सारखे आकृती परिमाणाचे असतात, अथवा तीं परिमाणें कांहीं तरी सरळप्रमाणांत असतात. याप्रमाणानें रसायन समांश, सारखे आकृतीचे वायुरूपी पदार्थांचें वजनाचे, सरळ प्रमाणांत येतात.

पुढील कोष्टकांत हैद्रोजन. क्लोरीन, आणि एओडिन हे पदार्थ त्यांचे रसायन समांशानें घेतले तर सारखे

महत्वप्रमाणानें मिश्रण.

आकृति परिमाणाचे होतात. आक्सिजनाचे रसायन समांश बरोबर अर्ध्या परिमाणाचे होतात.

वायुरूपी, आक्सिजनाचे ८ ग्रेन २२.२ घ. इंच जागा व्यापितात

हैड्रोजनाचे १ ग्रेन ४६.७ घ. इं ------

क्लोरीनचे ३५.४ ग्रेन ४६.२ घ. इं ------

एओडीनें १२६.४ ग्रेन ४६.७ घ. इं ------

पुढील कोष्टकांत रसायन समांश, आणि सारख्या आकृति परिमाणाचें वजन यांत जो संबंध आहे तो दृष्टीस पडतो.

वायुरूपी पदार्थ.	विशिष्टगुरुत्व.	रसायन समांश.	संबंध.
हैड्रोजन,	०.०६९२	१.००	१४.४=१ माप
नैत्रोजन,	०.९७२	१४.००	१४.४=१ माप
क्लोरीन,	३.४७०	३५.४२	१४.३=१
क्यार्बान,	०.४१८	६.००	१४.३=१
एओडीन.	८.७५६	१२६.३६	१४.५=१
आक्सिजन,	१.१०६	८.०	७.२=॥ माप
फासफरस,	४.३५०	३१.३८	७.२=॥ माप

सिद्धपदार्थविज्ञान.

वायुरूपी पदार्थ.	विशिष्टगुरुत्व.	रसायन समास.	संबंध.
आर्सेनिक,	१०.४२०	७५.२१	७.२=॥. माप
गंधक,	६.६५४	१६.०९	२.४=$\frac{१}{६}$ माप
पाण्याची वाफ,	०.६२५	९.००	१४.५=१ माप
सल्फ्यूरिक आ०	२.२१०	३२.०९	१४.५=१
क्यार्बानिक आ०	१.५२४	२२.००	१४.४=१
नैत्रोजनाचा द्वितीय आक्सैड,	१.०३९	३०.००	२८.९=२
आमोनिया,	०.५८९	१७.००	२८.९=२
आल्कोहाल	१.६१३	४६.००	२८.५=२

या प्रमाणें हे नियम अग्राही पदार्थांवर लागू आहेत किंवा नाहींत याजविषयीं अनेक शोध केले आहेत, परंतु त्यांचा अझून बरोबर शोध लागला नाहीं.

प्रकृत्यंशांवरविचार.

पदार्थांचे विभाज्यत्वाविषयीं पूर्वीपासून आज पर्यंत विचार होत आले आहेत. कितीएक अशी कल्पना करितात कीं, हें विभाग करण अनंतपर्यंत चालेल, आणि कितीएक असें म्हणतात कीं, एका नियमित नियततेपर्यंत मात्र पदार्थांचें विभाग करण होतें, परंतु पुढें राहिलेला कण अविभाज्य होतो, परंतु कण इतके सूक्ष्म आहेत कीं, ज्यांचा बारिकपणा ध्यानांत आणण्यास ही कठीण पडतें.

डाल्टनसाहेब कण आहेत असें मानितो. कण निरनिराळे पदार्थांचें एक एक, किंवा दोन दोन, तीन तीन, एके ठिकाणीं जमून त्यांपासून मिश्रपदार्थ उत्पन्न होतात. आणखी अशी कल्पना केली आहे कीं, निरनिराळे पदार्थांचे कणांचें वजन त्याचे रसायन समांशां बरोबर आहे.

रसायनप्रीति.

निकटआणि कधीं कधीं सदोदित राहाणारे असें जें दोन किंवा अधिक पदार्थांचें मिश्रण, ज्याचे धर्म

मूल पदार्थांहून अगदीं भिन्न होतात. हें मिश्रण ज्या आकर्षणाचे योगानें होतें त्यास रसायन प्रीति असें नांव दिलें आहे.

असा एक साधारण नियम सांपडतो.कीं,ज्या पदार्थांचे रसायनधर्म एकमेकांपासून फार भिन्न त-हेचे असतात, त्यांत रसायन प्रीति फार सांपडते,आ-णि ज्यांचें रसायन धर्माचें साम्य फार असतें त्यांत प्रीति फार थोडी असते. उदाहरण, क्लोरैन,एओडीन्, आक्सि-जन, यांशीं हैड्रोजन व धातू ह्या फार जोगानें मिसळूं पाहतात, परंतु प्रत्येक जातीचे निरनिराळे अवयवांत परस्पर फार थोडी आकर्षणशक्ति आहे. गंधक आणि फासफरस हे दोन पक्षांचे मध्यें असे आहेत ते दोघां-शींही मिळतात. आल्केली आसिडें ओढितात, आणि आसिडांस आल्केली ओढितात, परंतु आसिडास आसिड अथवा आल्केलीस आल्केली आढितें, असें फार क्कचित् नजरेस येतें.

रसायनप्रीति पायरीनें पायरीनें इतकी कमी होते कीं, शेवटीं नुसती मिसळ व रसायनमिश्रण यांत भेद दाखवितां येत नाहीं. पदार्थांचें विक्लेदन होऊन

रसायन.

जेव्हां पदार्थ पानळ पदार्थांशीं मिळून राहिलेला असतो तेव्हांही फार सूक्ष्म रसायनप्रीति आहे असें म्हणावें लागतें. यावरून उघड दिसतें कीं पदार्थांचे स्वभावानुरूप अथवा इतर कारणांनीं रसायनप्रीतींत भेद पडत असतो.

खालीं कोष्टकें लिहिलीं आहेत त्यांत कितीएक पदार्थांची सल्फ्यूरिक आसिडाशीं पायरीनें कशी कशी प्रीति आहे, आणि आक्सिजनाशीं कितीएक धातूंची कशी आहे तें दाखविलें आहे.

सल्फ्यूरिकआसिड.		आक्सिजन	
१ बैरेटा,	५ चुना, लैम.	१ जस्त,	४ पारा.
२ स्ट्रान्सशिया,	६ माग्निशिया.	२ शिसें,	५ रुपें
३ पोटाश,	७ आमोनिया.	३ तांबें,	
४ सोडा,			

यांत तांब्याचे मिश्रणास पारा सोडवितो, शिशा चे मिश्रण्यास तांबें सोडवितें. याप्रमाणें जाणावें.

५० रसायनाकर्षणास प्रतिबंध अनेक तऱ्हेचे आहेत त्यांतून मुख्य खालीं दाखविले आहेत.

१ उष्णतेंत फेरफार, २ अविक्लेदन, ३ घाणभवन.

कितीएक ठिकाणीं रसायनव्यापार होण्यास एक

... विज्ञान.

तें ... पडलें म्हणजे व्यापार ... झिलई दिलेलें लोखंड जर ... कांहींच होत नाहीं, परंतु जर ... अर्क घातला तर लागलाच व्यापार ... बाहेर पडतो, आणि धातू आक्से- ... गंधकाचा अर्क असला म्हणजेच पा- ... आक्सिजन ... खंडास कां मिळतो, हें समजत नाहीं.

विद्युद् ... न पृथक्करण.

... न वोल्टाइक विजेचा जर प्रवा- ... चें पृथक्करण करितो. जीं तत्वें वेगळीं होतात तीं ज्या ठिकाणीं विजेचा प्रवाह रसांत शिरतो त्या ठिकाणीं व जेथून बाहेर जातो त्या ठिकाणीं दोन टोकां जवळ बाहेर पडतात. तत्वें पाहिजे तशीं बाहेर पडत नाहीं, परंतु त्यांचे रसायन धर्माप्रमाणें दोहोंतून एका टोकास नियमित आणि एक सारखीं बाहेर पडतात. आक्सिजन, क्लोरैन, एओडीन आणि आसिड्स हीं धन

विद्युद्रसायन पृथक्करण.

ग्याल्वानक बाटरींचे तांब्याकडचे टोंकास बाहेर पड-तात, आणि हैड्रोजन, धातू इत्यादि पदार्थ ऋण म्हणजे जस्ताकडचे पत्र्याकडे बाहेर पडतात. हा व्यापार चालू व्हावयाला पदार्थ पातळ पाहिजे. ही गोष्ट ध्यानांत ठेवि-ली पाहिजे.

हा व्यापार चालू होण्यास मिश्र पदार्थ पाहिजे एक-टें तत्व घेतलें तर कांहींच उत्पन्न होत नाहीं.

या गोष्टींवर फार विचार करून फाराडी साहेबानें असें शोधून काढिलें आहे कीं, ग्याल्वानिक ब्याटरीत अथ-वा दुसरे रसायन व्यापारांत विजेच्या प्रवाहाचा जोर रसा यन व्यापाराशीं संबंध ठेवितो.

ज्या पदार्थांवर रसायन व्यापार कमी होतो त्यांवर धन वीज येते, आणि ज्यांवर फार होतो त्यांवर ऋण येते. याच कारणास्तव जस्ताकडे ऋण वीज असते, आणि तांब्या-कडे धन असते.

अर्वाचीनकाळीं विद्युद्रसायन पृथक्करणापासून फार चमत्कारिक व उपयोगी कृती सांपडल्या आहेत. मुला-मा चढविणें, ठसे काढणें इत्यादि.